I. A.

Practical Physics. Pt. III.

by

C. H. LEES. & A. SCHUSTER.

طبیعیات عملی حصہ سوم

ترجمہ

مولوی محمد عبدالرحمن خاں ، بی - ایس سی - ، اے - آر
سی - ، ایس - ایف پی - ایس - ایل - ایف - آر - اے - ایس -

سلسلۂ نصابیات علمیۂ جامعۂ عثمانیہ

رسالۂ طبیعیاتِ عملی

جلد سوم

(آواز۔ مقناطیسیت۔ برق رویں اور باربن)

ترجمہ انٹرمیڈیٹ کورس آف پراکٹکل فزکس مصنفہ پروفیسر آرتھر شوسٹر و پروفیسر سی۔ ایچ۔ لیز

(مع ترمیم و اضافہ)

برائے انٹرمیڈیٹ

از
مولوی محمد عبدالرحمن خان صاحب بی۔ ایس۔ سی آنرز (لندن)
اسوشیئٹ آف دی رائل کالج آف سائینس (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن
پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج

۱۳۳۹ھ ـ ۱۳۳۰ف ـ ۱۹۲۱ء

مطبوعۂ دارالطبع سرکار عالی حیدرآباد دکن

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں ، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے ۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے ۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں ۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے **جاپان** پر یہی گذری اور یہی حالت اب **ہندوستان** کی ہے۔

جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطعِ تعلق کر کے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر
اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔
جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنیٰ پرندوں اور کیڑے
مکوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں
جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر
بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح **یونان** کا اثر روما
اور دیگر اقوام **یورپ** پر پڑا جس طرح **عرب** نے **عجم** کو
اور عجم نے **عرب** کو اپنا فیض پہنچایا، جس طرح اسلام نے
یورپ میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی
اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔
یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ
آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں
پہلی منزل **ترجمہ** ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت
اور اپج نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی،
ادھوری، کم مایہ اور ادنیٰ ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت
یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلیٰ درجہ کی تصانیف اپنی
زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات
میں اضافہ کریں گے، جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک
نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سُجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیادہ قابل قدر، زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اکزالٹڈ ہائینس رستم دوراں ارسطوئے زماں سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نوّاب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔اس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔والی حیدرآباد دکن خلّد اللہ ملکہٗ و سلطنتہٗ نے جن کی علمی قدر دانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دوربینی سب سے اول سررشتۂ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی، جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعتِ علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سیّد احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ اُنکے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ اُنہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں اعلیٰحضرت و اقدس جیسے علم پرور فرمانروا کی سرپرستی کا شرف حاصل تھا۔ یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے۔ اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے۔ احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے رومہ میں، خلافت عباسیہ میں ہارون الرشید و مامون الرشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے، بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں، الفرڈ نے انگلستان میں، پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مُت شی ہٹو نے جاپان میں کیا، وہی فرمانروائے دولت آصفیہ نے اس ملک کے لئے کیا۔ اعلیٰحضرت واقدس کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے۔ جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان، خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں
کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ
کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں
ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے
زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علم ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور
اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان
کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت،
دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا
ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے
لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔
گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے
بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاعِ عالم میں
پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علم ادب اور زبان نے انہیں
ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر
چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعدِ مسافت و اختلافِ حالات
یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک
ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر
نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلّط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطرتی ذریعہ اپنی ہی زبان
ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیٰحضرت واقدس نے

پہچانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی ۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا ۔ اور یہ زبان اردو ہوگی ۔ ایک ایسے ملک میں جہاں "بھانت بھانت کی بولیاں" بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے ۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی ۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے ۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور قومی زبان کا دعوے کر سکتی ہے ۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے ۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں ۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے، ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں ۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے ۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی ۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیّا ہوتیں ۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا ۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے ۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے **سررشتۂ تالیف و ترجمہ** قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ **سررشتۂ تالیف و ترجمہ** کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں **عثمانیہ یونیورسٹی کالج** کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شائقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہرِ علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہل علم کو ناگوار ہوں نہ اہل زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ اِن کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے ۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہل زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے ۔ لیکن اس سے گزیر نہیں ۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی ۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں ۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں، بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے، اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے ۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدّد مثالیں ہمارے پیشِ نظر نہ رہی ہوں ۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں ۔ اب اگر کوئی لفظ غیر مانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں ۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو، وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں ۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں، وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کرلیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہو سکے بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہوگا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے، اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں۔ اس کا طرز بیان، ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روزمرہ کے استعمال میں آتے ہیں، اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے ؛

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے) کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان میدانِ ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے۔ ادب کا

کامل ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا ۔ بڑے بڑے نقاد اور مبصر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں ۔ لیکن اس سے ان کے کام پر حرف نہیں آتا ۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف رہنمائی کرتی ہے "پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے ۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی) نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر گزرتی ہے ۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ اٹھایا ۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے ۔ ابھی بہت سے ایسے مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے ہیں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں دریافت کرنے کے درپے ہیں، تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں۔"

اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت کی تنگی، کام کا ہجوم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر رکھنی چاہئیں ۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد و جہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کر دی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہو کر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف منتقدیہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہوگی اور اعلیحضرت واقدس کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شایستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اُس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبح وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اُس قصرِ رفیع الشان کی بنیاد ہوگی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔ اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودنا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرنا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنھوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکر گزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمد اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامہ سرکار عالی کا ممنون ہے جنھیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہماک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریک حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ ای۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی اور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی۔

عبدالحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

مولوی عبدالحق صاحب بی۔ اے۔۔۔۔۔۔۔۔۔ ناظم۔
قاضی محمد حسین صاحب۔ ایم۔ اے۔ رینگلر۔۔۔۔ مترجم ریاضیات
چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس۔ سی۔۔۔۔۔ مترجم سائینس
مولوی سید ہاشمی صاحب۔۔۔۔۔۔۔۔۔ مترجم تاریخ۔
مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے۔۔۔۔۔ مترجم معاشیات
قاضی تلمذ حسین صاحب یم۔ اے۔۔۔۔۔۔۔ مترجم سیاسیات
مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے۔۔۔۔۔۔ مترجم تاریخ۔
مولوی عبدالماجد صاحب بی۔ اے۔۔۔۔۔۔۔ مترجم فلسفہ و منطق
مولوی عبدالحلیم صاحب شرر۔۔۔۔۔۔۔۔ مولف تاریخ اسلام
مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے۔۔۔۔۔۔ مترجم قانون۔
مولوی عبداللہ العمادی صاحب۔۔۔۔۔۔۔ مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طبا طبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں۔

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب — وظیفہ یاب سرکارِ عالی (سابق ناظم مردم شماری)

مولوی حمیدالدین صاحب بی۔اے — صدر دارالعلوم

نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)

مولوی وحیدالدین صاحب سلیم

مولوی عبدالحق بی۔اے — ناظم سررشتۂ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے، مترجمین سررشتۂ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ اُنکے فن کے مشورہ کیا گیا۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم۔اے رنیگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)

مولوی عبدالواسع صاحب (پروفیسر دارالعلوم حیدرآباد)

پروفیسر عبدالرحمٰن صاحب بی۔ایس۔سی (نظام کالج)

مرزا محمد ہادی صاحب۔بی۔اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی۔اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد) — وغیرہ

تمہید منجانب مترجم

پروفیسر سر آرتھر شوسٹر اور ڈاکٹر سی - ایچ - لینر نے اپنی کتاب انٹرمیڈیٹ کورس آف پراکٹیکل فزکس میں جو مشقین فراہم کی ہیں، ابتداءً وکٹوریہ یونیورسٹی آف منچسٹر کے سائنس اور طبابت کی ابتدائی جماعتون کے طلبہ کے استفادہ کی غرض سے لکھی گئی تھیں - اُس وقت زبان انگریزی میں طبیعیات عملی پر قابل اعتماد کتابیں کم تھیں - آلات مشقی بھی زیادہ حسّاس یا کثیر تعداد میں آسانی سے مہیّا نہیں ہو سکتے تھے - سائنس کی ترقی کے ساتھ مشقی آلات کی درستی اور تکمیل میں بھی روز افزون ترقی ہوئی ہے - جو آلے اس کتاب میں سمجھائے گئے ہیں اگرچہ بعض صورتوں میں اُن سے بہتر آلے اِسوقت بازار میں بآسانی مل سکتے ہیں لیکن مترجم نے اُنھیں کو برقرار رکھا - اِس لئے کہ طبیعیات عملی سکھانے سے صرف یہی مقصود نہیں ہے کہ طلبہ مختلف مشقوں کو جلد اور سہولت کے ساتھ انجام دیں - بلکہ جن اُصول کی تلقین اور فہمائش کے لئے یہ مشقین تجویز ہوئی ہیں ان کو اچھی طرح

طلبہ کے ذہن نشین کرایا جائے - طالب علم ہی کے بنائے ہوئے یا تجربہ خانہ میں کم قیمت پر تیار کرائے ہوئے سامان سے کافی دلچسپی کے ساتھ دیر تک مشق کرنا زیادہ بہتر ہے بہ نسبت پیچیدہ اور گران قیمت اعلیٰ درجہ کے آلات سے تجربہ کرنے کے -

اِس میں کوئی شک نہیں کہ کسی منشور کا انعطاف نما دریافت کرنے کے لئے جو آلہ اِس کتاب میں بیان ہوا ہے اُس کے عوض اگر بنا بنایا ' Spectrometer ' (طیف نما) استعمال کیا جائے - بجائے ڈانیل کے رطوبت پیما کے اگر Regnault ' (رینیو) کا رطوبت پیما ' یا اگر محض آسانی مدنظر ہو تو الومنیم کے کٹورے والا رطوبت پیما ' اور بجائے پانی کے کیمیائی برق پیما کے تانبے یا چاندی کا کیمیائی برق پیما استعمال ہو تو نتائج یقیناً بہتر نکل آئینگے - اسی طرح فصل ۲۱ الف میں جس آلہ کا ذکر ہوا ہے اس سے بہت زیادہ حسّاس آلہ خریدا جا سکتا ہے - بائل کا کلیہ ثابت کرنے کے لئے فصل ۱۴ والے آلہ سے بہتر نئی وضع کے آلے مل سکتے ہیں - لیکن جو ہدائتین کتاب میں درج ہیں ایسی عام اور اہم ہیں کہ ہر قسم کے آلہ پر حاوی ہوسکتی ہیں -

مترجم نے اکثر جگہ جہان جہاں ضروری سمجھا گیا اپنی طرف سے اشارے اور ہدائتین اضافہ کی ہیں تاکہ مقامی

امور کا لحاظ رہے ۔ اس کے علاوہ بعض اصولی باتیں بالکل نئے طریقوں سے سمجھائی گئی ہیں ۔ جہاں تک مترجم کو علم ہے یہ طریقے کسی دوسرے شخص کی تصنیف یا تالیف میں دیکھنے میں نہیں آئے ۔ ان کی ذمہ داری مترجم ہی پر عائد ہوسکتی ہے ۔ کتاب میں جہاں کہیں ایسا مضمون بڑہایا گیا ہے اس کو قوسین میں لکھ کر اختتام پر * اس طرح کا ایک نشان لگا دیا گیا ہے فقط

باب پنجم

آواز

باب ششم

مقناطیسیت (مقنیت)

باب ہفتم

برقی رویں

باب ہشتم

برقی بارین

آواز پیما

سامان جس کی ضرورت ہوگی	آواز پیما یا سا۔ رہی کے سُر کے دوشاخے، اور چھوٹی میزان۔

اِس مشق میں تجربہ کے ذریعہ سے، وہ کُلیئے ثابت کئے جائینگے جو مستقل تناؤ کی حالت میں ڈوریوں اور باریک تاروں کے عرضی ارتعاش سے متعلق ہیں۔

تصریح۔ ایک ثانیہ میں جتنے مرتبہ مکمل ارتعاش ہو اس عدد کو تعدّدِ ارتعاش کہتے ہیں۔

مندرجہ ذیل مساوات

$$\text{ع} = \frac{1}{\text{۲ط}}\sqrt{\frac{\text{ت}}{\text{ک}}}$$

تعدد ارتعاش (ع)، تناؤ کی قوت (ت)، اور تار کی فی اکائی طول کی کمیت (ک) کا باہمی تعلق بتاتی ہے۔
اس مساوات یا ضابطہ میں متعدد کلیئے فراہم ہیں جن کی تجربہ کے ذریعہ آزمائش کی جا سکتی ہے۔

مشق (۱)

اگر تناؤ کی قوت مستقل رہے تو تعدد ارتعاش کو تار کے طول سے بالعکس نسبت ہوتی ہے۔
دیئے ہوئے آواز پیما کے تختہ پر ایک پیانو کا فولادی تار (شکل ٦٥) تانا گیا ہے۔ ایک کمانیدار ترازو تناؤ کی قوت بتانے کے لیئے تار سے باندھ دیا گیا ہے۔ اور ایک گھوڑی بھی دی گئی ہے، جس کو تار کے نیچے کسی بھی مقام پر رکھنے سے تار کو صرف سہارا ملجاتا ہے تناؤ میں کوئی تغیر ہونے نہیں پاتا۔ اس کی بدولت تار کے جسقدر چھوٹے حصّہ کو حالت ارتعاش میں لانا مقصود ہو ہوسکتا ہے گھوڑی کے اوپر والے کنارہ پر متعدد دندانے مختلف بلندیوں پر تار کے سہارے کے لئے بنائے گئے ہیں۔
استعمال کے وقت تار کو اس خاص دندانہ میں رکھنا چاہئے

جس سے تار کو خاطر خواہ سہارا ملے لیکن اُس کے تناؤ میں زیادتی نہ ہونے پائے۔ (۱)

شکل (۶۵)

تار کے طول دریافت کرو جن کی آواز ارتعاش کی حالت میں، معلوم تعدد ارتعاش والے سُر کے دو دو شاخون کی ہم آہنگ ہے۔ اور دیکھو مصرحہ بالا مساوات میں طول اور تعدد کے متعلق جو کلیہ شامل ہے تجربہ سے کس حد تک صحیح ثابت ہوتا ہے

پہلے تار کا وہ طول دریافت کرنے کے لئے جو نیچے سُر والے دو شاخے کے ساتھ ہم آہنگ ہے، ایک ہلکا، حلقہ کی شکل کا، کاغذ کا راکب آواز پیما کے گرد، وسطی حصہ کے پاس لپٹیا جاتا ہے۔ اور اُس سُر کے دو شاخے کے سرے کو کھٹکنے پر (یا لکڑی کی چھوٹی ہتوڑی سے جو خاص اس کام کے لئے بنائی جاتی ہے، مار کر)

(۱)۔ اکثر تختہ پر دوسرا تار بھی تانا جاتا ہے جس کے سُر کی حسب دلخواہ تنظیم ہوسکتی ہے اور جو بجائے سُر کے دو شاخے کے پہلے تار کا سُر ملانے میں بطور "اسٹینڈرڈ" کے استعمال ہوسکتا ہے۔

حالت ارتعاش میں لایا جاتا ہے۔ [طالب علم کو چاہئے کبھی اِن دو شاخوں کو بینچ وغیرہ پر نہ مارے]۔ پھر تار کے تناؤ کی قوت ٹھیک کیجاتی ہے یہاں تک کہ اُس کے ارتعاش کی آواز کا سُر دو شاخے کے سُر سے کسیقدر نیچا ہوتا ہے۔ دو شاخہ کو مکرر گھٹنے پر مار کر اُس کے دستہ کے سرے پر کی نالی تار کے ایک سرے سے ملائی جاتی ہے اور آہستہ آہستہ دو شاخہ تار کے وسطی حصہ کی طرف بڑھایا جاتا ہے حتیّٰ کہ ایک مقام پر پہنچتے ہی کاغذ کے راکب کو شدید ہیجان ہونا شروع ہوتا ہے۔ اِس وقت تار دو شاخہ کے ساتھ ہم آہنگ ہوگا۔ تار کے جس مقام پر دو شاخہ کا دستہ تھا وہاں گھوڑی رکھ دی جاتی ہے۔ پھر اگر دو شاخہ کو ارتعاش کی حالت میں گھوڑی پر یا آواز پیما کے تختہ پر تار کے نیچے رکھا جائے تو فوراً معلوم ہو جائے گا آیا گھوڑی صحیح مقام پر رکھی گئی یا نہیں۔ اگر تار کا راکب سخت جنبش کرے تو سمجھنا چاہئے گھوڑی کا مقام صحیح ہے۔ ورنہ اُس کو ایک یا دو ملّی میتر پہلے مقام سے آگے یا پیچھے ہٹاکر مکرر راکب کی حرکت کا امتحان کرنا چاہئے صحیح مقام ملجانے کے بعد تار کے حرکت کرنے والے حصہ کا طول ناپ لینا چاہئے۔

اسی تجربہ کو تین مرتبہ کرکے دریافت شدہ طول کا

اوسط لیا جائے۔ پھر دوسرے دو شاخہ کے ساتھ مشاہدات قلمبند کئے جائیں۔ اس کے بعد پہلے دو شاخہ کے ساتھ مکرر تجربہ کیا جائے۔ نتائج اسطرح لکھے جائیں:—

دو شاخہ	تعدد ارتعاش	نسبت	تار کا طول	نسبت
سا	۲۵۶		۵۱٫۹ سم	
ری	۲۸۸	۱٫۱۲۵	۴۶٫۱ سم	$\frac{۵۱٫۸}{۴۶٫۱}$ = ۱٫۱۲۴
سا	۲۵۶		۵۱٫۷ سم	

$$\text{تفاوت} = ٫۰۰۱ \text{ یا } \frac{٫۰۰۱ \times ۱۰۰}{۱٫۱۲۵} = ٫۱ \text{ فی صد}$$

مشق (۲)

ایک ہی طول کے تاروں میں تعدد ارتعاش کو تناؤ کی قوت کے جذرالمربع کے ساتھ راست نسبت ہوتی ہے۔ پورے تار کو "ری" کے سُر والے دو شاخہ کے ساتھ ہم آہنگ کرو۔ اس کے لئے بہترین طریقہ یہ ہے کہ دو شاخہ کو ارتعاش میں لاکر اُس کے دستہ کو آواز پیما کے تختہ سے لگا رکھیں اور تناؤ کی قوت میں ردّو بدل کریں یہاں تک کہ تار کا راکب

شدت سے متحرک ہو۔

دیکھو اب تناؤ کی قوّت کیا ہے۔ پھر اُس کو گھٹا کر تار کو 'سا' کے سُر والے دو شاخہ کے ساتھ ہم آہنگ کرو اور مکرر کمانیدار ترازو کو دیکھ کر تناؤ کی قوت معلوم کرو۔ 'ری' کے سُر والے دو شاخہ کے ساتھ دوبارہ مشاہدات کو دوہراؤ۔ کمانیدار ترازوؤں میں اکثر صفر وزن (یا قوّت) پر نمائندہ صفر نشان پر نہیں رہتا بلکہ اُس سے کسیقدر آگے بڑہا ہوا ہوتا ہے۔ اس سے ترازو پر جو قیمتیں پڑھی جاتی ہیں اُن میں خطا واقع ہوتی ہے۔ اس لئے تجربہ میں تناؤ کی قوتوں کی نسبت میں بھی خطا واقع ہوگی۔ اُس کی تصحیح کی جائے۔ خطاے صفر کی تعین بعد میں (صفحہ ۸ پر) کی جائے گی۔ نتیجہ حسب ترتیب ذیل لکھا جائے:-

دو شاخہ	تعدد ارتعاش	تناسب	تناؤ کی قوت پونڈیں			√قوت	تناسب
			مشاہدہ شدہ	'صفر'	مصحح		
ری	۲۸۸		۲۱٫۰	۰٫۵	۲۰٫۵	۴٫۵۳	
سا	۲۵۶	۱٫۱۲۵	۱۷٫۰		۱۶٫۵	۴٫۰۶	$\frac{۴٫۵۶}{۴٫۰۶}$ = ۱٫۱۲۲
ری	۲۸۸		۲۱٫۵		۲۱٫۰	۴٫۵۸	

تفاوت = ۰٫۰۰۲ یعنے ۰٫۲ فی صد

مشق (۳)

اگر تعدد ارتعاش ایک ہی ہو تو تار کے طول کو اُس کے تناؤ کی قوت کے جذرالمربع کے ساتھ راست نسبت ہوتی ہے۔

اس سے پیشتر کے تجربہ کی طرح، تار جب 'سا' کے دو شاخے کے ساتھ ہم آہنگ ہو اُس کا طول ناپو۔ اب اُس کے تناؤ کو گھٹا کر پہلے کی قیمت کا ۳/۴ کردو۔ اور گھوڑی تار کے نیچے رکھ کر اُس کا وہ طول معلوم کرو جو 'سا' کے دو شاخے کا ہم آہنگ ہے۔ پھر تناؤ کی قوت اور زیادہ گھٹا کر پیشتر کی قیمت کا نصف کردو۔ مشاہدات دوہرا کر ایسی جدول بناؤ:-

	تناؤ کی قوت پونڈ میں			√قوت	نسبت	طول سنٹی میٹر میں	نسبت
	مشاہدہ شدہ	صفر	مصححہ				
ت	۱۷٫۰	٫۵	۱۶٫۵	۴٫۰۶		۵۵٫۷	
ت۱	۱۳٫۷		۱۳٫۲	۳٫۶۲	٫۸۹	۵۰٫۲	٫۹۰
ت۲	۹٫۵		۹٫۰	۳٫۰۰	٫۷۴	۴۱٫۸	٫۷۵

نسبتوں میں جو خفیف تفاوت پائے گئے زیادہ تر تناؤ کی قوت کی صحیح قیمتیں معلوم نہ ہونے سے پیدا

ہوئے۔

مشق (۴)

سُر کے دو شاخوں کے تعدد ارتعاش کی تعین۔

اگر کسی تار کے تناؤ کی قوت اور اُس کی کمیت فی اکائی طول معلوم ہوں تو اس فصل کے آغاز میں جو ضابطہ دیا گیا ہے اُس سے ہم تار کا تعدد ارتعاش نکال سکتے ہیں۔ اور اس لئے اُس دو شاخہ کا تعدد بھی دریافت ہو جاتا ہے جو تار کا ہم آہنگ ہے۔

تناؤ کی قوت کو ٹھیک کرکے پورے تار کا سُر "سا" کے سُر والے دو شاخہ کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ اور پھر ترازو پر تناؤ کی قوت پڑھ لی جاتی ہے۔ یہی تجربہ نئے سرے سے تناؤ کو ٹھیک کرکے دوہرایا جاتا ہے اور قوتوں کا اوسط نکالا جاتا ہے۔ آواز دینے والے تار کا طول نشان لگا کر ناپ لیا جاتا ہے۔ پھر تار کو ڈھیلا کرکے باڑھ دار زنبور سے ان نشانوں پر سے کاٹ دیا جاتا ہے۔ اور اُس کو تول کر اُس کی کمیت فی اکائی طول دریافت کی جاتی ہے۔

اب آواز پیما کے تختہ کو عمودی وضع میں تھامے رکھو تاکہ کمانیدار ترازو عمودوار رہے اور کمانی میں تناؤ نہ ہو۔ ایسی حالت میں دیکھو ترازو کا نمائندہ کس نشان پر آتا ہے۔

جو مثالیں اوپر دی گئی ہیں ان میں نمائندہ نے ٫۵ نشان بتایا ۔ اس لئے اسی قدر تصحیح، تناؤ کی قوت کی قیمتوں میں، شامل کرکے حسابات عمل میں آئے ۔

اِس نمونے کے موافق نتیجہ ظاہر کرو :-

دو شاخہ	تعدد	تناؤ کی قوت پونڈ میں			طول سنتی میٹر میں	وزن گرام میں
		مشاہدہ شدہ اوسط	صفر	مصححہ		
سا'	۲۵۶	۱۷٫۰	٫۵	۱۶٫۵	۵۵٫۷	٫۵۰

جو ضابطے مختلف مقداروں کا آپس میں عددی تعلق بتاتے ہیں، اُن کے استعمال سے پہلے ہر مقدار کو ایک ہی نظام کی اِکائیوں میں ناپ کر اُن کی عددی قیمت معلوم کرنا لازمی ہے ۔

مساوات $ع = \frac{۱}{۲ط}\sqrt{\frac{ت}{ک}}$ میں

ت، ط اور ک کی عددی قیمتیں طول کی اکائی پر موقوف ہوتی ہیں ۔ پس اگر ط سنتی میٹروں میں ناپا جائے اور ک کو تار کی کمیت فی فٹ طول قرار دیا جائے تو واضح ہے کہ نتیجہ صحیح نہ نکلیگا ۔ یہاں سنتی میٹر کو ہر مقدار کے ناپنے میں طول کی اِکائی

ماننا لازمی ہوگا ۔ ت یعنے تناؤ کی قوت کی عددی قیمت قوت کی اکائی کے تابع ہے ۔ اگر مادّہ کی کمیت کی اکائی گرام ہو تو قوت کی اکائی "ڈائین" ہوگی ۔ جو کمانیدار ترازو اس تجربہ میں استعمال ہونگے اُن پر تناؤ کی قوت پونڈ کے وزن میں بتائی گئی ہوگی ۔ اس کو پہلے گرام میں بدلنا ہوگا جس کے لئے گرام اور پونڈ کے باہمی تعلق (ایک پونڈ = ۴۵۴ گرام) کے جاننے کی ضرورت ہوتی ہے ۔ پھر گرام سے "ڈائین" میں لانے کے لئے گرام کے وزن اور ڈائن کی قوت کے باہمی تناسب، یعنے ایک گرام کا وزن = ۹۸۱ ڈائن (حیدرآباد میں ۹۷۸٫۵ ڈائن) سے مدد لیجائیگی۔

پس ت = ۱۶٫۵ پونڈ = ۱۶٫۵ × ۴۵۴ × ۹۸۱ = ۷۳۵۰۰۰۰ ڈائین۔

ک = $\frac{۰٫۵۰}{۵۵٫۷}$ = ۰٫۰۰۸۹۶

لهذا ع = $\frac{۱}{۲ \times ۵۵٫۷}\sqrt{\frac{۷۳۵۰۰۰۰}{۰٫۰۰۸۹۶}} = \frac{۱}{۱۱۱٫۴}\sqrt{۸۲۰۴۰۰۰۰۰}$

= ۲۵۷

"سا" کا "سٹینڈرڈ" دو شاخہ فی ثانیہ ۲۵۶ بار ارتعاش کرتا ہے ۔

ایک ہی مادّہ کے دو تار جن کی عمودی تراش کے

نصف قطر مختلف ہوں آواز پیما پر تان کر تجربہ کرنے سے یہ ثابت ہوسکتا ہے کہ اگر تناؤ کی قوت مستقل رہے تو اُن کے تعدّد ارتعاش کو اُن کے نصف قطر سے عکسی نسبت ہوتی ہے۔ یا بالفاظ دیگر تعدّد ارتعاش کو کمیت فی اِکائی طول کے جذرالمربع سے عکسی نسبت ہے۔

کسی دوسرے مادّے کا تار (مثلاً پیتل کا) لیکر اس کلیہ کی تصدیق کیجاسکتی ہے۔

فصل سی و دوم

گمک

ضروری سامان | گمک کی نلی اور سُر کے دو شاخے۔

اگر کسی گمک دینے والی چیز کے کھلے سرے کے پاس سُر کا ایک دو شاخہ لیجائیں، اور اُس سے نکلنے والی آواز کا سُر دو شاخے کے سُر سے ملتا ہے تو وہ گمک دیگی۔

اگر گمک دینے والی چیز ایک طرف سے بند استوانی نلی کے اندر کی ہوا ہے، تو اُس کے سُر کا طولِ موج (ط) نلی کے طول (ل) کا تقریباً چہار چند ہوگا۔

یعنی ط = ۴ ل تقریباً ——— (۱)

یا زیادہ صحت کے ساتھ، ط = ۴ (ل + ۳ ء ق)۔(۱ الف)

جہاں ق سے مُراد نلی کا اندرونی قطر ہے۔

آواز کی رفتار (ر)، طول موج (ط) اور تعدد ارتعاش (ع) میں جو باہمی تعلق ہے، مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعہ سے ادا ہوتا ہے۔

ر = ع ط (۲)

پس اگر ر، ع اور ط میں سے کوئی دو مقداریں معلوم ہوں تو اوپر کی مساوات کی مدد سے تیسری بھی معلوم ہو جاتی ہے۔ مساوات (۱) اور مساوات (۲) کو ملانے سے یہ تقریبی مساوات پیدا ہوتی ہے۔

ر = ۴ ع ل

یا اگر زیادہ صحت مقصود ہو تو

ر = ۴ ع (ل + ۳ء ق) (۳)

جس کی تجربہ سے تصدیق ہو سکتی ہے، بشرطیکہ (ر) اور (ت) کی قیمتیں پیشتر سے معلوم ہوں۔ آواز کی رفتار ہوا میں، تپش کے ساتھ حسب مساوات ذیل بدلتی ہے۔

ر = ۳۳۰ √(۱ + ۰۰۳۷ء ت)

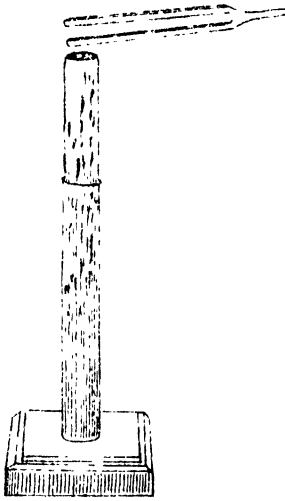
لیکن اس کی تقریبی قیمت کافی صحت کے ساتھ اس مساوات سے مل جاتی ہے

ر = ۳۳۰ + ۶ء ت (۴)

جہان (ت) سے مراد ہوا کی تپش ہے (درجہ مئی میں)۔
اور (د) سے 'میترون کی تعداد فی ثانیہ' مراد ہے۔ [دیکھو فصل
دوم (جلد اول) کا آخری حصہ' اختصاری طریقوں کے متعلق]

مشق

ہوا میں آواز کی رفتار کی تعین۔

پیتل کی دو نلیاں دی جاتی ہیں جو ایک دوسرے کے اندر بیٹھ جا سکتی ہیں (شکل ۶۶)۔ اس سے نلی کے اندر ہوا کے اسطوانے کا طول گھٹایا بڑھایا جا سکیگا۔ لکڑی کے ایک پائدان میں نلی کے برابر ایک سوراخ بنا کر بیرونی نلی جمادی جاتی ہے۔ حسب ضرورت اس کو پائدان سے جُدا بھی کردیا جا سکتا ہے۔ اس مشق میں نلیوں کو ٹھیک طور پر ترتیب دیکر اُن کا مجموعی

شکل ۶۶

طول (ل) معلوم کیا جاتا ہے، جبکہ گمک کی آواز بلند ترین ہوتی ہے۔ اس مشاہدے سے اواز کی جو رفتار ہوا میں دریافت ہو اُس کا مقابلہ' مساوات (۴) سے دریافت کی ہوئی رفتار کی قیمت سے کیا جائے۔ نلی کا طول بدل کر نئے سرے سے تین چار مرتبہ ٹھیک

کیا جائے اور ناپ لیا جائے۔

اِس نمونہ کے مطابق نتائج بیاض میں لکھے جائیں:-

ہوا کی تپش = ۱۶٫۴ درجہ مئی۔

'سا' کے سُر کا دو شاخہ - تعدد ارتعاش ۲۵۶ فی ثانیہ۔

گمک دینے والے ہوا کے اسطوانہ کا طول پہلے مشاہدے سے = ۳۲٫۶ سم

" " " " " " دوسرے " ۳۲٫۳ "

" " " " " " تیسرے " ۳۲٫۵ "

" " " " " " چوتھے " ۳۲٫۶ "

اوسط = ۳۲٫۵ "

نلی کا قطر ق = ۲٫۴ سم - پس ۰٫۳ق = ۰٫۷

∴ نلی کا مصحح طول = ۳۳٫۲ سم

∴ ہوا میں آواز کی رفتار ۱۶٫۴° مئی تپش پر = ۴ × ۲۵۶ × ۳۳٫۲

= ۳۴۱۰۰ سم فی ثانیہ

= ۳۴۱ میتر فی ثانیہ

لیکن مساوات (۴) سے

ر = ۳۳۰ + ۰٫۶ ت میتر فی ثانیہ

∴ ر = ۳۳۰ + ۹٫۸

= ۳۳۹٫۸ میتر فی ثانیہ

تفاوت = ۱٫۲ میتر = ۰٫۳ فی صد۔

اِسی طرح 'رے' کے سُر والے دو شاخے سے بھی مشاہدات کئے جائیں اور نتائج لکھے جائیں۔

نلیوں کو پائدان سے جُدا کرو اور ان کو ہوا میں تھامے رکھو تاکہ دونوں سرے کھُلے رہیں۔ ۲۵۶ تعدد ارتعاش والے دو شاخے کے ساتھ گمک دینے کے لئے پہلے نلی کا جو طول مشخص ہوا تھا، دیکھو اب وہ (جبکہ دونوں طرف سے کھُلی ہے) ۵۱۲ تعدد والے دو شاخے کے ساتھ، یعنے پہلے تعدد کے دُگن یا سرگم کے ساتھ، گمک دیگا۔ نلی کے طول میں خفیف تغیر کرو تاکہ گمک کی آواز بلند ترین ہو۔ ری کے سُر والے دو شاخہ کے سَرگم کے متعلق بھی اس امر کی تصدیق کرو۔

اوپر والی مشق کی طرح نتائج لکھو۔ اب چونکہ نلی دونوں طرف سے کھُلی ہے دونوں سروں کے قطر کے لحاظ سے طول کی تصحیح کرنا ہوگا۔

مقناطیسیت (مقنیت)

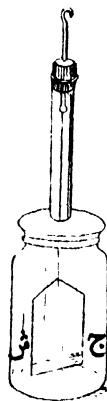
فصل سی و سوم

مقناؤ

سامان جس کی ضرورت ہو گی	مقنیت نما - سلاخی مقناطیس - لوہے اور فولاد کے تار -

فولادی گھڑی کی کمانی کو مقنا کر اُس کا ایک چھوٹا ٹکڑا ایک کاغذ کے ٹکڑے پر افقی وضع میں گوند سے جما دیا جاتا ہے - کاغذ کو اُس کے اوپر کا

سرا ایک ابریشم کے ریشہ سے باندھ کر شیشے کی ایک بوتل میں لٹکا دیا جاتا ہے (دیکھو شکل ۶۷)۔ مقنیت نما بنانے کا یہ آسان طریقہ ہے۔ کاغذ پر مقناطیس کا ٹکڑا جمانے میں یہ فائدہ ہے کہ، جب مقناطیس متحرک ہوتا ہے تو ہوا کی مزاحمت اُس کے اہتزاز کو بہت جلد قصر کر دیتی ہے۔

ایک سلاخی مقناطیس آلہ کے قریب لے جاؤ۔ اور پھر جلدی سے دُور ہٹا لو دیکھو اُس کو ہٹا لینے کے بعد مقنائی ہوئی کمانی (جو کاغذ پر جما کر لٹکائی گئی ہے) ایک خاص وضع پر آکر ٹھرتی ہے۔ جس سرے پر شمال کا نشان (ش) بنا ہوا ہوتا ہے اُس کا رخ جغرافی شمال کے کیقدر مغربی جانب (یورپ میں، لیکن حیدرآباد دکن میں مشرقی جانب) ہوتا ہے۔ کمانی گویا کمپاس کی سوئی یا قطب نما کا کام دیتی ہے۔

ش ج

شکل ۶۷

تجربہ کرکے بتاؤ کہ کسی مقناطیس کا ایک سرا اس 'سوئی'
کے ایک سرے کو اپنی طرف جذب کرتا ہے اور دوسرے
سرے کو دفع کرتا ہے۔ اگر مقناطیس اور 'سوئی' کے
درمیان شیشے، لکڑی اور جست وغیرہ کی تختیاں داخل
کی جائیں تو بھی یہی عمل رہتا ہے۔

ایک فولادی گھڑی کی کمانی کو جو تقریباً ۵ سم
لمبی ہو 'سرخ حرارت' کی تپش تک گرم کرکے جلدی
سے پانی میں 'بجھاؤ'۔ اس سے اس میں سختی
پیدا ہو جائیگی۔ اس کو 'مقنیت نما' کے پاس لیجاو۔ دیکھو
اگر اس کا کچھ اثر 'سوئی' پر ہوگا بھی تو نہایت قلیل ہوگا۔
اب اس کو بنچ پر رکھ کر حسب ذیل طریقہ سے مقناؤ:۔
دو سلاخی مقناطیس لو، ایک سیدھے ہاتھ میں دوسرا
بائیں ہاتھ میں۔ سیدھے ہاتھ کے مقناطیس کا وہ سرا
جو سوئی کے (ش) نشان کے سرے کو جذب کرتا
ہے نیچے کی طرف رہے۔ اسی طرح بائیں ہاتھ والے
مقناطیس کا وہ سرا جو سوئی کے (ج) نشان کے سرے
کو جذب کرتا ہے نیچے کی طرف رہے۔ اب مقناطیسوں
کے ان سروں کو کمانی کے وسطی حصہ پر رکھو۔ اور ان کو
ایک ہی وقت میں کمانی پر سے پھیرتے ہوئے ایک
کو کمانی کے ایک سرے تک پہنچاؤ اور دوسرے کو
دوسرے سرے تک۔

بتاؤ کہ اِس طرح مقناطیسوں کو کمانی پر سے ایک بار
پھیرنے سے اُس کا سیدھے ہاتھ والا سِرا مقنّیت نما
کی سوئی کے (ج) نشان کے سِرے کو جذب
اور (ش) کے سِرے کو دفع کرتا ہے۔ اور بائیں ہاتھ
والا سِرا، اس کے برعکس، (ش) سِرے کو جذب
اور (ج) سِرے کو دفع کرتا ہے۔
اگر مقناطیس کمانی پر سے کئی بار پھیرے جائیں
تو بتاؤ جتنا زیادہ اُن کو پھیروگے اُتنا زیادہ جذب
و دفع کی قوّت میں ترقی ہوگی لیکن ترقی کی رفتار
میں انحطاط ہوتا جائیگا یہان تک کہ چند بار پھیرنے
کے بعد زیادہ پھیرنے سے جذب و دفع کی قوت
میں کوئی زیادتی محسوس نہ ہوگی۔ جو مقناطیس استعمال
ہوئے ہیں اُن سے کمانی کو جسقدر مقنانا ممکن تھا
عمل میں آیا۔
اس کمانی کو ایک باریک ریشم کے ریشہ سے
لٹکاؤ اور دیکھو اُس کے حالت سکون کی وضع وہی
ہوتی ہے جو مقنّیت نما کی سُوئی کی ہے۔
جو سِرے شمال کی طرف بتاتے ہیں اُن کو
شمال نما کہو اور جو جنوب کی طرف بتاتے ہیں اُنکو
جنوب نما۔ دیکھو، سوئی، اور مقنائی ہوئی گھڑی کی
کمانی کے مشابہ سِرے ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں

اور اُن کے غیر متشابہ سرے ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں -

تقریباً ۵، ۰ سم قطر اور ۵ سم طول کا نرم لوہے کا ایک تار جو اچھی طرح کمایا گیا ہو (یعنے سرخ حرارت کی تپش تک گرم کرکے آہستہ آہستہ بتدریج ٹھنڈا کیا گیا ہو) لیکر پہلے کی طرح اُس پر سے مقناطیس پھیرو - دیکھو اُس کا اثر سوئی پر ضعیف ہے - بنیچ پر اُس کو ایسا رکھو کہ اُس کے سِروں کے رخ مشرق اور مغرب کی طرف ہوں اور اُس کے قریب میں کوئی مقناطیس نہ ہوں - پھر اُس پر پنسل سے چند مرتبہ زور زور سے مارو - تم دیکھوگے اب اس کی مقناطیسیت زائل ہوگئی ہوگی -

اب چھوٹا سلاخی مقناطیس لو جو مقنیت نما کی سوئی سے ذرا بڑا ہو - اُس کا جو سرا سوئی کے شمال نما سرے کو جذب کرتا ہے معلوم کرلو اور اِس سرے کا رُخ شمال کی طرف کرکے مقناطیس کو سوئی کے بازو اور متوازی رکھو - نرم لوہے کے تار کا ایک سرا مقناطیس کے ایک سرے کے نہایت قریب لیجاؤ (اتنا قریب کہ صرف چھونا باقی رہ جائے) - اور دوسرا سرا سوئی کے جوابی نشان کے سرے کے جتنا قریب لیجانا ممکن ہو لے جاؤ - دیکھو سوئی کا وہ سرا اسکی طرف

زور سے کھنچا آویگا۔ اگر تار کو الٹ دیا جائے (یعنے سوئی کی طرف کا سرا مقناطیس کی طرف اور مقناطیس کی طرف کا سوئی کی طرف کردیا جائے) تب بھی وہی کشش رہیگی۔ جس سے ظاہر ہے کہ تار کا جو سرا مقناطیس کے قطب سے بعید ہے اُس میں اُس کی مشابہ قطبیت پیدا ہوتی ہے۔

مقناطیس کو اٹھا لو۔ دیکھو اب اُس میں بہت خفیف مقناطیسیت رہیگی۔

اِسی تجربہ کو دوہراؤ لیکن اَب کے مرتبہ تار کے سرے کو مقناطیس کے قطب سے ملا دو۔ دیکھو تار میں مقناطیسی اثر زیادہ ہو جائیگا

مقناطیس کا یہ "اثر" لوہے کے ٹکڑے پر جب وہ اُس کے قریب لایا جاتا ہے، جس کی وجہ سے لوہا جب تک مقناطیس کے قریب رہتا ہے، خود مقناطیس بن جاتا ہے، مقناطیسی امالہ کہلاتا ہے۔

اب بجائے نرم لوہے کے تار کے ایک سخت فولادی تار یا کمانی لیکر پہلے کی طرح تجربہ کرو۔ دیکھو فولاد کا اثر مقنیّت نما کی سوئی پر چنداں زیادہ نہیں ہے۔ لیکن مقناطیس کو اٹھا لینے کے بعد بھی فولاد میں مقناطیسیت پائی جاتی ہے۔ مقناطیس کی موجودگی میں نرم لوہا مقناۓ سے زیادہ اثر پذیر ہوتا ہے

بہ نسبت فولاد کے - مگر تقنانے کے بعد فولاد میں بہ نسبت نرم لوہے کے "ضبط" یا "امساک" زیادہ ہوتا ہے۔

لوہے یا فولاد کی سلاخ میں جس طرح مقناطیسیت پیدا ہوتی ہے اُس کو لوہچون کے ایک اسطوانہ میں پیدا کرکے دکھایا جا سکتا ہے - ایک شیشہ کی امتحانی نلی کو لوہچوں سے قریب قریب بھر کر اُس کا کُھلا منھ بھی بند کر دو - نلی کے دونوں سروں کے پاس ایک ایک مقناطیس رکھو - اس طور پر کہ مقناطیس اور نلی تینوں ایک سیٹ میں ہوں اور نلی کے سروں کے قریب کے قطب غیر متشابہ ہوں - نلی کو اُس کے محور پر گھماؤ - لوہچوں میں مقناطیسیت پیدا ہوتی ہے۔ اور وہ سب ایسی وضع اختیار کرتے ہیں کہ ہر ایک کا اعظم طول دونوں مقناطیسوں کے قطبوں کو ملانے والے خط کا متوازی ہوتا ہے - اِس لئے نلی کا عمل مقناطیس کی طرح ہوتا ہے - جب تک لوہچون کو ملا کر منتشر نہ کر دیا جائے نلی میں یہ "خاصیت" پائی جائیگی - ملانے کے بعد نلی کی مقناطیسیت گم ہوجائیگی۔ اِن سب باتوں کا تجربہ کرکے امتحان کرو -

دیکھو لوہے کے تار کے ایک ٹکڑے کو جب کسی مقناطیس کے قریب میں ٹھپکتے یا موڑتے ہیں تو اس میں مقناطیسیت پیدا ہوتی ہے -

چونکہ مقناطیسی سوئیاں شمال کی سمت بتاتی ہیں اسلئے خود زمین کو ایک بڑا مقناطیس سمجھنا چاہئے ۔ جس کے شمال نما مقناطیسیت کو جذب کرنے والے حصّے زمین کے نصف کرۂ شمالی میں واقع ہونگے اور جنوب نما مقناطیسیت کو جذب کرنے والے حصّے نصف کرہ جنوبی میں۔ اگر فی الحقیقت ایسا ہی ہے تو لوہے کا کوئی ٹکڑا محض تھپکنے یا موڑنے سے، زمین کے مقناطیسی اثر کی وجہ سے، مقنایا جا سکتا ہے ۔

لوہے کے تار کا ایک ایسا ٹکڑا لو جو مقنایا گیا نہ ہو ۔ اس کو سمتِ شمال و جنوب میں بنچ پر رکھ کر تھپکو یا خفیف سا موڑو ۔ امتحان کرنے سے معلوم ہوگا کہ اس عمل سے وہ ضعیف مقناطیس بن گیا ۔ اسی طرح اگر اس کو عمودی وضع میں رکھ کر یہ عمل کیا جائے تو بھی اُس میں خفیف مقناطیسیت پائی جائیگی (اِس ملک میں عمودی وضع میں رکھ کر تار پر عمل کرنے سے، بہ نسبت افقی وضع میں سمتِ شمال جنوب رکھ کر عمل کرنے سے کم اثر پیدا ہوتا ہے ۔ مترجم) ۔

اگر تار کے طول کو افقی وضع میں سمتِ مشرق مغرب رکھ کر تھپکا جائے تو اُس میں یہ اثر پیدا نہیں ہوگا ۔

گھڑی کی کمانی کو مقنا کر اگر لوہچوں میں ڈبویا جائے

تو معلوم ہوگا کہ لوہچوں صرف کمانی کے سروں سے چمٹ جاتا ہے اُس کا وسطی حصّہ اُن سے معرّا رہتا ہے۔ کمانی کو بیچ میں سے توڑ کر دو حصّے کرو۔ دیکھو دونوں ٹکڑون کے سروں سے لوہچوں چمٹ جاتا ہے ایک کاغذ پر گوند لگا کر اِن دونوں ٹکڑون کو اپنی اصلی وضع میں جوڑ دو۔ دیکھو پھر لوہچوں وسطی حصہ کو نہیں پکڑتا۔ اِن مشاہدات سے مقناطیس کی اندرونی ساخت یا حالت کے متعلق کیا رائے قائم ہوسکتی ہے ظاہر کرو۔

جس چیز کا عمل، مقناطیسیت سے متعلق لوہے کا سا ہو اُس کو 'مقناطیسی' یا 'لومقناطیسی' کہیں گے۔ کوبالٹ اور نکل 'لومقناطیسی' چیزین ہیں۔

طالبِ علم کو چاہئے اپنی مشقی بیاض میں، جو جو تجربے کئے ہوں اُن کا بیان، اُن کے نتائج اور آلات کی شکلون کے ساتھ، لکھے۔

فصل سی و چہارم

مقناطیسی قوتیں

ضروری سامان - سلاخی مقناطیسیں - چھوٹی کمپاس - اور لوہچوں سے بھری ململ کی ایک تھیلی -

پیشتر کی فصل کے تجربوں سے ظاہر ہے کہ جب ایک "مقناطیسی" چیز ایک مقناطیس کے قریب لائی جاتی ہے تو اُس پر قوتیں عمل کرتی ہیں جن کا باعث وہ مقناطیس ہے۔ اور ایک چھوٹی کمپاس کی سوئی (قطب نما) کسی مقام پر رکھی جاتی ہے تو وہ اُسی سمت کو اختیار کرتی ہے جو اُس مقام پر مقناطیسی قوّت کی سمت ہے -

تجربہ سے یہ بات پایۂ ثبوت کو پہنچ چکی ہے کہ مقناطیس کا عمل کسی چھوٹی کمپاس کی سوئی پر تقریباً ایسا ہی ہوتا ہے جیسا کہ دو متضاد قسم کی

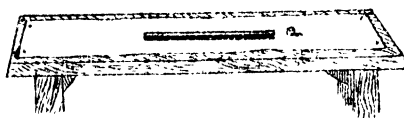
مقناطیسی کمیتوں کا، جو مقناطیس کے سروں کے پاس واقع ہوں۔
اگر مقناطیس ایک لمبے باریک تار کی شکل میں ہو تو مقناطیسی قوتوں کا نفاذ دو نقطوں سے معلوم ہوتا ہے جو 'قطب' کہلاتے ہیں اور تار کے سروں کے قریب ہوتے ہیں۔ اگر کسی مقناطیس میں یہ بات قطعاً صحیح ہو تو وہ 'بسیط مقناطیس' کہلائیگا۔ فطری طور پر جو مقناطیس پائے جاتے ہیں اُن میں سے کوئی اس خواص کا، یعنے 'بسیط' نہیں ہوتا۔ اور جو 'قطب' کا لفظ جب کبھی معمولی سلاخی مقناطیسوں سے منسوب کیا جاتا ہے تو اُس سے مقناطیس کا وہ 'حصہ' مفہوم ہوتا ہے جس سے 'خطوط قوت' (دیکھو مشق ۳) پھیلتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔

مشق (۱)

ایک لمبے سلاخی مقناطیس میں اُن حصّوں کے مقاموں کی تعیین جو اُس کے قطبین سمجھے جا سکتے ہیں۔

نقشہ کشی کے تختہ پر ایک سفید کاغذ پھیلا کر اُس کے بیچ میں مقناطیس کو رکھو۔ مقناطیس کا صحیح محل بتانے کے لئے اُس کے گرد پنسل سے خط کھینچو اور پھر اُس کو کاغذ پر سے اٹھا لو۔ اب کمپاس کی سوئی

تختہ پر رکھو اور دیکھو وہ کیا سمت بتاتی ہے جبکہ اُس کے قریب کوئی مقناطیس نہیں ہوتا ہے۔ سوئی کے محور میں سے گزرنے والی عمودی مستوی سطح 'مقناطیسی نصف النہار' کہلاتی ہے اور سوئی کا 'سر' جو سمت بتاتا ہے 'مقناطیسی شمال'۔

سلاخی مقناطیس کو کاغذ پر اُس کے نشان کئے ہوئے مقام پر رکھ دو اور اُس کے ایک سرے سے تقریباً ایک سم فاصلہ پر کمپاس کو رکھ کر (دیکھو شکل ۶۸) تختہ کو پھیرو یہاں تک کہ سوئی پھر مقناطیسی نصف النہار میں آ جائے اور اُس کا 'سر' مقناطیسی شمال کی جانب ہو۔ کاغذ پر کمپاس سے جسقدر نزدیک ممکن ہو،

شکل ۶۸

نشان کر کے سوئی کی سمت بتاؤ۔ اُس کے بعد کمپاس کو وہاں سے اٹھا لو اور جس مقام پر سوئی کا مرکز واقع تھا اُس میں سے ایک خط مصرحہ بالا سمت میں کھینچو۔ یہ خط مقناطیس کے ہندسی محور کو ایسے مقام پر قطع کریگا جو مقناطیس کے سرے سے

اُس کے طول کے تقریباً $\frac{1}{12}$ فاصلہ پر ہوگا۔ کمپاس کو مقناطیس کے ایک سرے کے گرد آٹھ جُداگانہ مقاموں پر باری باری سے رکھ کر اِن مشاہدات کو دوہراؤ۔ اس طور پر جو آٹھ خط کھینچے جائینگے مقناطیس کے ایک محدود حصہ میں آکر ملینگے اِس حصہ کو ہم مقناطیس کا قطب تصور کرسکتے ہیں۔

دوسرے قطب کا محل دریافت کرنے کے لئے مقناطیس کے دوسرے سرے کے پاس کمپاس رکھ کر ایسے ہی مشاہدے کرو۔

قطبین کا درمیانی فاصلہ ناپو اور دیکھو دی ہوئی مقناطیس کے لئے اِس فاصلہ اور مقناطیس کے پورے طول میں کیا نسبت ماخوذ ہوتی ہے۔

نتیجہ یوں لکھا جا سکتا ہے :-

مقناطیس کا طول ۱۲،۰ سم

قطبین کا درمیانی فاصلہ ۱۰،۱ سم

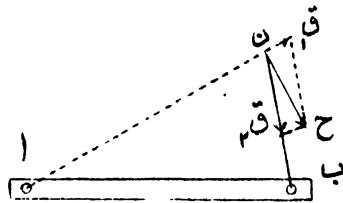
نسبت = $\frac{۱۰،۱}{۱۲}$ = ۸۴،

مشق (۲)

ایک چھوٹی مقناطیسی سوئی پر کسی مقام پر بھی دو مساوی اور متضاد مقناطیسی قطبوں کا حاصل عمل کس

سمت میں ہوگا دریافت کرنا۔

درس کی کتابوں میں یہ سمجھایا جاتا ہے کہ اگر بالفرض کسی مقناطیس کا ایک قطب اُس کے دوسرے قطب سے بالکلیّہ جُدا ہوسکتا (یعنے مجرّد قطب کا دستیاب ہونا ممکن ہوتا) تو اپنے مشابہ مجرّد قطب پر اُس کا عمل ایک قوت دافعہ کی صورت میں محسوس ہوتا جو اِن دونوں قطبوں کے درمیانی فاصلے کے مربع کے ساتھ عکسی نسبت رکھتی۔ غیر مشابہ قطب پر اِسی کلیّہ کے تابع، ایک قوت جاذبہ کا عمل پایا جاتا ہے۔ پس ایک مقناطیس کے قطبین کے عمل سے، کسی مقام پر ایک مجرّد قطب پر جو حاصلِ قوت پیدا ہوتا ہے، اس کی سمت معلوم کرنے کے لئے اُس مقام پر دو قوتوں کی ترکیب کرنا ہوتا ہے، جن میں سے ایک قوت قوتِ جاذبہ ہے اور دوسری، قوت دافعہ۔ فرض کرو ا اور ب پیشتر کی مشق کے مقناطیس کے قطبین ہیں۔ مقصود یہ ہے کہ نقطہ (ن) پر حاصل قوت کی سمت کیا ہے دریافت کیا جائے۔ (شکل ۶۹)۔ ن کو ا اور ب سے ملاؤ اور خطوط مستقیم (ان) اور (ب ن) کا طول ناپو۔ ن پر ایک مجرّد قطب (ا) کے مشابہ فرض کرو۔ ا کی وجہ سے ن پر ایک قوت دافعہ کا عمل ہوگا اور ب کی وجہ سے

ایک قوت جاذبہ کا - (ان) کو ایک نقطہ ق تک آگے بڑھاؤ ، اور (ب ن) میں ایک نقطہ ق۲ ایسا

شکل ۶۹

تجویز کرو کہ ن ق۱ اور ن ق۲ کے طول $\frac{1}{\text{ان}^2}$ اور $\frac{1}{\text{بن}^2}$ کے متناسب ہوں۔ متوازی الاضلاع کی تکمیل کرو جس کے ن ق۱ اور ن ق۲ متقاطع ضلعے ہیں ۔ اگر شکل کے چوتھے کونے کو ح کہا جائے تو خط ن ح نقطہ ن پر قطبین ا اور ب کے باعث جو حاصل قوت پیدا ہوگا اُس کی سمت بتائیگا۔

اب کے متوازی ایک خط کھینچو اُس میں چار نقطے لیکر اُن پر یکے بعد دیگرے حاصل قوت کی سمت مصرحہ بالا طریقہ سے دریافت کرو۔

پھر مقناطیس اب کو اُسی مقام پر رکھ کر چھوٹی کمپاس سوئی کو ان چار مقاموں میں سے ایک مقام (ن) پر رکھو ، اِس طرح پر کہ اس کا مرکز ٹھیک نقطہ ن پر واقع ہو ۔ اگر سوائے قطبین ا اور ب کی مقناطیسی

قوتوں کے کوئی اور مقناطیسی قوتیں موجود نہ ہوتیں تو سوئی خط ن ح پر ٹہرتی ۔ چونکہ زمین کا اثر کمپاس سوئی پر مقناطیس کے مقابلہ میں کچھ خفیف نہیں ہوتا ہے، اس تجربہ میں نقشہ کشی کے تختہ کو پھیر کر ایسی وضع میں لانا چاہئے کہ سوئی نقطہ ن پر بھی مقناطیسی نصف النہار کی سمت اختیار کرے ۔ اس لئے کہ اس وضع میں زمین کی مقناطیسی قوت کا مخل اثر اس تجربہ کے لئے اقل ہوگا ۔ ایسا کرنے پر بھی کمپاس سوئی ٹھیک خط ن ح پر قائم نہ ہوگی ۔ پس واضح ہوگا کہ سلاخی مقناطیس کا عمل ہو بہو محض دو غیر متشابہ مجرّد قطبوں کے عمل کا سا نہیں ہوتا ہے ۔

کاغذ پر سوئی کے ٹہرنے کا مقام (یعنے اُسکی وضع) بتاؤ اسی طریقہ پر پہلے کے مجوزہ چار مقاموں پر مقناطیس کی سمتیں دریافت کرو ۔

اپنی مشقی بیاض، میں، مناسب پیمانہ پر، ایک شکل کھینچکر، ان چار نقطوں کی، مقناطیس کے لحاظ سے، نشاندہی کرو ۔ اور ان پر، محض دو مجرّد قطبوں کے اثر سے قوت کی جو سمتیں معلوم ہوئیں، اُن کو نقطہ دار خطوط کے ذریعہ ظاہر کرو ۔ اور سارے مقناطیس کے اثر سے، (کمپاس سوئی کی مدد سے) در حقیقت، قوت کی جو سمتیں مشخص ہوئیں، ان کو مسلسل خط

کھینچکر بتاؤ۔
کاغذ پر کثیر تعداد میں نقطے لیکر دو مجرّد قطبوں کے حاصلِ قوت کی سمتیں ہر مقام پر دریافت ہوسکتی ہیں۔ اور اُن کا مقابلہ اِن مقاموں پر اصل مقناطیس کے حاصل قوت کی سمتوں سے کیا جاسکتا ہے۔ لیکن عمل طویل ہونے کی وجہ سے بہت دقت درکار ہوگا۔ ہر مقناطیس کے گرد ہر مقام پر حاصل قوت کی سمت فوری طور پر معلوم کرنے کے لئے لوہچون کی اس خاصیت سے مدد لیجا سکتی ہے کہ جب اُس پر مقناطیس "اثر" کرتا ہے تو وضع سکون میں اُس کا طول حاصل قوت کی سمت میں ہوتا ہے۔ اِس کی بدولت مقناطیس کے "میدانِ قوت" کا سارا حال منکشف ہو جاتا ہے۔

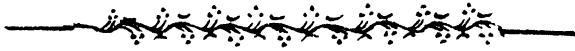
مشق (۳)

مقناطیسوں کے خطوط قوّت کی تعیین، مختلف وضعوں میں۔

ایک چھوٹے سلاخی مقناطیس کو بنچ پر رکھ کر اُس کے دونوں بازو لکڑی کے تختے جماؤ، جن کی موٹائی مقناطیس کے برابر ہو۔ مقناطیس اور تختوں پر ایک "برافینی" کاغذ کافی طول و عرض کا بچھاکر اُس پر بانٹیں رکھو تاکہ وہ جما رہے۔ ململ کی تھیلی ہلاکر کچھ لوہچوں کاغذ پر

گراؤ اور کاغذ کو پنسل سے آہستہ آہستہ کھٹکھٹاؤ - دیکھو
لوہے کے ٹکڑے جب وضع سکون اختیار کرتے ہیں
تو چند خاص شکل کے خطوط میں ترتیب پاتے ہیں-
یہی خطوط، خطوط قوتِ مقناطیس ہیں- جب خطوط واضح
طور پر ترتیب پالیں کاغذ کو بنسن کے شعلے سے گرمی
پہنچاؤ تاکہ پرافین پگھل کر لوہچوں کو پکڑ لے - اِس طریقہ
سے جو خطوط بنتے ہیں، ان کا مقابلہ، دو مجرّد قطبوں
کے خطوط قوت کی جو شکلیں درسی کتابوں میں بتائی
جاتی ہیں، اُن سے کرو - [ہدایت منجانب مترجم
بجائے بنسن کے شعلہ کے اگر کوئلوں کی آگ پھیلا دیجائے
اور اُن پر کاغذ پکڑا جائے تو ایک ہی وقت میں سارے
کاغذ کو یکساں حرارت پہنچے گی اور لوہچوں کے سلسلے
ٹوٹنے نہ پائیں گے]

اِسی طریقہ سے دو مقناطیسوں کے درمیان خطوط
قوت کی تعیین کرو - اِن کو لٹا کر، پہلے اُن کے غیر
مشابہ قطبوں کو ایک دوسرے سے تقریباً ۵ سم فاصلہ
پر رکھو - پھر اُن کے مشابہ قطبوں کو اسی فاصلہ پر رکھ کر
تجربہ کرو - اس کے بعد سلاخی مقناطیس کے ایک سرے
سے ۳ سم فاصلہ پر نرم لوہے کی ایک سلاخ، اس
وضع میں رکھو کہ اُس کا محور مقناطیس کے محور پر
عمود وار واقع ہو - لوہچوں کے ذریعہ سے، مقناطیس اور

لوہے کی سلاخ کے درمیان خطوط قوّت کی تعیین کرو۔
اپنی مشقی بیاض میں، اِن تینوں وضعوں کے خطوط قوّت کی شکلیں، مختصر پیمانہ پر کھینچ لو۔
اِن خطوطِ قوت کی شکلوں کو غور سے ملاحظہ کرو۔ اور یہ ثابت کرنے کی کوشش کرو کہ مقناطیسی عمل کی توجیہ اِس طرح ہوسکتی ہے کہ خطوطِ قوّت میں مسلسل تناؤ فرض کیا جائے (یعنے وہ مثل لچکدار بند کے تصور کئے جائیں) اور اُن کی عمود وار سِمتوں میں دباؤ۔

فصل سی و پنجم

تجربہ خانہ کی 'مقناطیسی پیمایش"

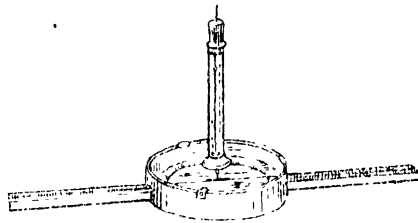
مقناطیسیت پیما | سامان جس کی ضرورت ہوگی

اگر ایک کمپاس سوئی اِس طرح لٹکائی جائے کہ وہ ایک افقی مستوی میں عمودی محور کے گرد آزادانہ حرکت کر سکے، تو سکون کی وضع میں اُس کا مقناطیسی محور مقناطیسی نصف النہار میں واقع ہوگا - یعنے وہ وہی سمت بتائیگا جو نقطہ تعلیق پر افقی مقناطیسی قوت کے خطوط کی سمت ہوگی - سوئی کو تجربہ خانہ کے مختلف مقاموں پر رکھ کر دیکھنے سے اِس امر کی تعیین ممکن ہے کہ آیا مقناطیسی قوت کے خطوط سب با ہمدیگر متوازی ہیں یا کیا - کمرے کے دیوارون چھتوں وغیرہ کی تعمیر میں لوہا شریک ہونے کی وجہ سے عموماً ایسا نہیں پایا جاتا ہے - پس اِس بات کے معلوم کرنے کی ضرورت

پیدا ہوتی ہے کہ کمرے کے مختلف مقاموں میں اِن خطوط کی ٹھیک طور پر سمت کیا ہے۔ اور چونکہ اکثر برقی رَو ناپنے والے آلوں کے عمل سے رَو کی جو قیمتین برآمد ہوتی ہیں، زمین کی اُفقی مقناطیسی قوت کی مقدار کے تابع ہوتی ہیں، اس لئے کمرے میں متعدد جگہ، اس قوت کی سمت اور مقدار دونوں کی تعیین مناسب ہے۔ سمت، مصرحہ بالا طریقہ سے بآسانی معلوم ہو جاتی ہے۔ اور قوتوں کی اضافی مقدارین معلوم کرنے کے لئے مقناطیسی سوئی کو ایک افقی مستوی میں، عمودی (راسی) محور تعلیق کے گرد اہتزاز کرنے دیا جاتا ہے۔ جگہ جگہ پر اہتزاز کے وقتِ دَوران (و) معلوم کرکے مساوات ذیل سے مدد لی جاتی ہے:-

$$و = ۲ \pi \sqrt{\frac{د}{ق ف}}$$

جہان (د) اہتزاز کرنے والے نظام کے جمود کا، محورِ تعلیق کے گرد، معیار اثر ہے۔ (ق) معیار اثرِ مقناطیس ہے۔ اور (ف) زمین کی مقناطیسی قوت کا افقی جزر ہے۔ پس اگر (د) اور (ق) مستقل رہیں تو وقتِ دَوران مقناطیسی قوتوں کے جذرالمربعوں کے بالعکس بدلینگے۔ بالفاظ دیگر مقناطیسی میدان کی شدت کو اہتزاز

کے وقت دوران کے مربعوں سے عکسی نسبت ہوگی۔
جو آلہ دیا جاتا ہے اُس کی تفصیل حسب ذیل ہے:۔
ایک مقناطیسی سوئی، دائرہ کے مرکز کے اوپر
افقی مستوی میں اہتزاز کرتی ہے (شکل ۷۰)۔ سوئی،

شکل ۷۰

سے ایک لمبا باریک نمائندہ جوڑا جاتا ہے جس کے
دونوں سرے درجہ دار پیمانہ کے اوپر تک پہنچتے
ہیں۔ ہر مشاہدہ کے وقت نمائندہ کے دونوں
سروں کے نشان پڑھ کر اُن کا اوسط نکالا جائے
تاکہ اگر سوئی کے اہتزاز کا محور ٹھیک پیمانہ کے مرکز
میں سے نہ گزرے، اُس سے جو خطا پیدا ہوگی
رفع ہو جائے۔ صندوقچہ کے بازوؤں سے مقابل
سمتوں میں دو سیدھے سنتی میتر کے پیمانے نکلے
ہوئے ہیں۔ اُن کے خط پر، دائری پیمانہ کے
صفروں کو ملانے والا خط عمود وار ہے۔ اسی آلہ کا نام
مقناطیسیت پیما (یا اختصار کے لئے مقنیت پیما) ہے

آلہ کو ایسی وضع میں رکھو کہ اُس کے سنتی میتر والے پیمانے تجربہ خانہ کی اُس دیوار پر عمود وار واقع ہوں جو بہ نسبت اَور دیواروں کے خط شمال و جنوب سے کم زاویہ پر مایل ہو۔ صندوقچہ کی نلی کے سرے پر تار کا جو ٹکڑا کاگ کے باہر نکلا ہوا ہے (اور جس کے نیچے کے سرے سے ریشہ باندھا جاتا ہے) اُس کو پکڑ کر اوپر کی طرف کھینچو تاکہ سوئی ریشہ کے ساتھ اوپر اُٹھ آئے اور بغیر کسی رکاوٹ کے دائری پیمانہ پر اہتزاز کرے۔ چند مرتبہ جھومنے کے بعد، جبکہ سوئی اپنے اہتزازی قوس کے وسط میں ہو ریشہ کو نیچے اُتار دو (اُسی تار کے سرے کے ذریعہ)۔ پھر اُس کو دوبارہ اوپر کھینچو۔ اِس طرح ریشہ کو کئی بار یکے بعد دیگرے اوپر کھینچو اور نیچے اُتارو یہاںتک کہ سوئی کا جھومنا بالکل موقوف ہوجائے۔ تب سوئی کو ذرا سا اوپر اٹھاکر نمائندہ کے دونوں سروں کے نشان پڑھو، اور دیکھو آیا سوئی کا شمال نما سرا دائری پیمانہ کے صفر کے مشرق کی جانب ہے یا مغرب کی۔ دونوں سروں کے نشانوں کا اوسط نکالو۔

سوئی کو اہتزاز میں لاؤ، لیکن اہتزاز کی قوس ۵ درجہ سے بڑھنے نہ پائے اور پانچ یا دس کامل اہتزازوں کی مدّت معلوم کرو۔ اپنی مشاہدات کو تین بار دوہراو اور اوسط مدت نکالو۔

تجربہ خانہ کے نقشہ کے جن مقاموں پر بغرض امتیاز ۱، ۲، ۳، ۴، کے عدد بتائے گئے ہیں، وہاں طریقہ بالا کی مدد سے دریافت کرو مقناطیسی قوت کی سمت اور اضافی مقدار کیا ہوگی۔

اپنی مشقی بیاض میں تجربہ خانہ کا نقشہ کھینچو اور اس مشق کے نتائج حسب نمونہ ذیل لکھو:-

مقام	سمت	اہتزاز کی مدت یا وقت	۱/و۲
۱	۱۰° شرقی	۷ر۷۵ ثانیہ	ر۰۱۶۶
۲	۱۱° شرقی	۸ر۲۵ "	ر۰۱۴۷
۳	۱۹° شرقی	۷ر۸ "	ر۰۱۶۴
۴	۳°	۷ر۷۵ "	ر۰۱۶۶

اِس جدول کے معائنہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ مقامات ۲، اور ۴ پر مخل اسباب عامل ہیں۔ اُن کی نوعیت معلوم کرنے کے لئے اِن مقاموں کے پاس متعدد جگہوں پر جو نزدیک نزدیک واقع ہوں، قوت کی سمت اور اضافی مقدار کی بابت مشاہدے کئے جائیں، تاکہ اُن کے نتائج سے خطوطِ قوت کھینچے جاسکیں۔ ایسا اگر کیا جائیگا تو معلوم ہوگا قوت کے اس اختلاف کا باعث علی العموم لوہے کے بنے ہوئے گیس، یا پانی کے نل ہیں، یا ستون جو تجربہ خانہ کی تعمیر میں استعمال ہوئے ہیں یا اُس کے لوازمات سے ہیں۔

ایک مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر، اور ایک مقناطیسی میدان کی شدت کی تعیین۔

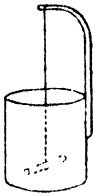
آلات جن کی ضرورت ہوگی | مقناطیسیت پیما - مقناطیس - اور اہتزاز کا صندوقچہ

متذکرہ بالا مقادیر کی تعیین میں دو تجربے شامل ہیں۔ ایک "تجربہ اہتزاز" جس سے ان مقادیر کا حاصلِ ضرب معلوم کیا جاتا ہے، دوسرا "تجربہ انحراف" جس سے ان کا خارج قسمت دریافت ہوتا ہے۔

مشق (۱)

تجربہ۔ اہتزاز

دیے ہوئے صندوقچہ میں ریشم کے ایک باریک

ریشہ سے مقناطیس کو افقی وضع میں لٹکاؤ۔ (شکل ۷۱)۔ اور دیکھو کہ وہ افقی مستوی میں بلا تکلف جھولتا ہے۔
تجربہ خانہ کے نقشہ پر نشان کئے ہوئے مقاموں میں سے ایک مقام پر صندوقچہ رکھو۔ اُس میں جو مقناطیس لٹکایا گیا ہے اُس کو ایک دوسرے

شکل ۷۱

مقناطیس کے ذریعہ، اُس کی وضع تعادل سے کوئی ۲۰ درجہ پر پھیرو۔ اور پورے دس اہتزاز کے لئے کتنے ثانیہ گزرتے ہیں دریافت کرو۔ اُن کو ۱۰ سے تقسیم کرکے ایک کامل اہتزاز کا وقت دوران معلوم کرو۔ ایسے تین مشاہدے کرو۔ فرض کرو ایک اہتزاز کا اوسط وقت دوران (و) ہے۔

(و) کی قیمت کو مقناطیس کے ابعاد، کمیت مادہ، اور مقناطیسی معیار اثر، اور زمین کے افقی میدان کی شدت (ف) سے بالاشتراک جو تعلق ہے مساوات ذیل سے ادا ہوتا ہے:۔

$$و = ۲ \pi \sqrt{\frac{ل}{ق ف}}$$

جہان (ق) مقناطیسی معیار اثر ہے اور (د) جو محض مقناطیس کی کمیت اور شکل پر منحصر ہے، مقناطیس کے جمود کا معیار اثر کہلاتا ہے۔ جب مقناطیس کی شکل مستطیل نما سلاخ کی سی ہوتی ہے اُس کے طول کو ۲ ا، اور اُس کے عرض کو ۲ ب کہا جائے تو اُس کے جمود کا معیار اثر (د) مندرجہ ذیل مساوات سے شمار ہوتا ہے:-

$$\text{د} = \text{ک}\,\frac{\text{ا}^{۲} + \text{ب}^{۲}}{۳}$$

کسی بسیط مقناطیس کا، جس کے قطب محض دو نقطے ہوں، مقناطیسی معیار اثر، اُس کے قطبین کے درمیانی فاصلہ میں قطب کی مقدار کو ضرب دینے سے حاصل آتا ہے۔ اگر مقناطیس سلاخی ہوں تو اُن کے معیار اثر تجربہ ہی سے دریافت کرنا مناسب ہوگا۔

اوپر کی مساواتوں سے نتیجہ ذیل ملتا ہے:-

$$\text{ق}\,\text{ف} = \frac{۴\pi^{۲}\,\text{د}}{\text{و}^{۲}} = \frac{۴\pi^{۲}}{\text{و}^{۲}}\,.\,\text{ک}\,\frac{\text{ا}^{۲} + \text{ب}^{۲}}{۳}$$

جس میں (ق) اور (ف) غیر معلوم ہیں۔ (و) مشاہدات مصرحہ بالا سے دریافت ہوتا ہے۔ ک، ا، ب مقناطیس کو تولنے اور ناپنے سے معلوم کئے جاتے ہیں۔

[نوٹ :- نتیجہ مذکور کی مدد سے دو یا دو سے زیادہ مقناطیسوں کے معیار اثر کا آپس میں مقابلہ ہو سکتا ہے - اُن کو ایک ہی مقام پر جھولنے دیا جائے اور اُن کے اہتزاز کے وقت دوران معلوم کئے جائیں -]

مشق (۲)

تجربہ انصراف

دیئے ہوئے مقناطیسیت پیما کو اس طرح ترتیب دو کہ اُس کی سوئی درجہ دار دائرہ کے اوپر بلا تکلّف اہتزاز کرے پھر صندوقچہ کو پھیر کر سوئی کے ایک سرے کو دائرہ کے ایک نشان صفر پر سکون اختیار کر لینے دو - سوئی کا دوسرا سرا یا تو ٹھیک دوسرے نشانِ صفر کے اوپر آئیگا یا اگر نہیں تو اُس سے کچھ دُور بھی نہ ہوگا - ان صفروں کو ملانے والا خط ایسی حالت میں قریب قریب مقناطیسی نصف النہار میں واقع ہوگا - اور صندوقچہ کے بازوؤں سے جو دو سنتی میٹر والے پیمانے آگے کو نکلے ہوئے ہیں وہ، اس مشق کے لئے کافی صحت کے ساتھ،

مقناطیسی مشرق و مغرب " کی سمتیں بتائینگے ۔
سوئی کے دونوں سروں کے نشان پڑھو اور اس کو بھی دیکھ لو آیا وہ صفروں کے مشرق کی طرف ہیں یا مغرب کی طرف ۔
جس سلاخی مقناطیس کے اہتزاز کا وقت دوران اس سے پیشتر کی مشق میں دریافت ہوا ہے، اُس کو مغرب کی سمت بتانے والے پیمانہ پر، شمال نما سرا آلہ کے دائری صندوقچہ کی طرف کرکے، لٹاو ۔ مقناطیسیت پیما کی سوئی مقناطیسی نصف النہار سے منحرف ہو جائیگی۔ ریشہ کو بار بار، سے نیچے اتار کر اور اوپر چڑھا کر سوئی کو حالتِ سکون میں آلینے دو۔ پیمانہ پر سلاخی مقناطیس کا مقام بدل کر بالآخر ایسی جگہ رکھو کہ انحراف کا زاویہ تقریباً ۴۵° ہو ۔ تب مقناطیس اور سوئی دونوں سرون کے نشان لکھ رکھو ۔ سوئی کے متعلق یہ کیفیت بھی درج ہو کر آیا اُس کے سرے صفرون کے مشرق کی جانب ہیں یا مغرب کی جانب ۔
اب مقناطیس کے جنوب نما سرے کو صندوقچہ کی طرف کرکے، اُسی پیمانہ کے پیشتر ہی کے نشانوں پر لٹاؤ۔ سوئی کے انحراف کی سمت مخالف ہو جائیگی ۔ انحراف کا زاویہ پڑھ لو ۔
مقناطیس کو صندوقچہ کے مشرقی جانب والے پیمانہ

پر اُسی فاصلہ پر لٹاؤ - زاویہ انصراف دیکھ لو۔ پھر مقناطیس کو اُلٹ کر (تاکہ اب اُس دُوسرا سرا صندوقچہ کی طرف ہو) نشانات پڑھ لو۔

دونوں پیمانوں پر مقناطیس کے سروں کے نشان پڑھ کر ان کا اوسط نکالو، اس سے اِن پیمانوں پر اُس کے مرکز کے مقام معلوم ہو جائینگے۔ "ڈنڈی کمپاس" کے ذریعہ، مرکز کے اِن مقاموں کے درمیان جو فصل ہو ناپ لو۔ یہ فاصلہ، مقناطیس کے نقطہ وسط (مرکز) اور سوئی کے مابین جو اوسط فاصلہ (ص) ہے اُس کا دو چند ہوگا۔

کتاب کے آخر میں مماس کی جو جدول ہے اُس کو دیکھ کر انصراف کے زاویوں کے مماس دریافت کرو اور اُن کا اوسط نکالو۔

اگر مقناطیس کا معیار اثر (ق)، اور اُس کے قطبین کا درمیانی فاصلہ، جو اس مشق کی ضرورتوں کے لحاظ سے مقناطیس کے کامل طول کا $\frac{5}{6}$ حصہ سمجھا جا سکتا ہے (۲ ل) ہو۔ زمین کی مقناطیسی قوت کی افقی شدت (ف)، اور مس دن متذکرہ بالا مماسوں کا اوسط تو

$$\frac{ق}{ف} = \frac{(ص^2 - ل^2)^2}{2ص} \text{مس دن}$$

اس سے ($\frac{ق}{ف}$) کے لئے جو قیمت برآمد ہوگی، اورقبل ازیں (ق ف) کی جو قیمت دریافت ہوچکی ہے، اِن سے ق اور ف دونوں کی قیمتیں علیحدہ علیحدہ شمار ہوسکتی ہیں۔

مشاہدے اور نتائج حسب نمونہ ذیل لکھے جائیں :-

تجربہ اہتزاز

مقناطیس نشان (   ) تجربہ خانہ کا مقام نشان (۲)

مقناطیس کا طول = ۶ سم ∴ ا = ۳ اور $ا^۲$ = ۹،۰

" " عرض = ۰،۴۸ سم ∴ ب = ۰،۲۴ $ب^۲$ = ۰،۰۶

$ا^۲ + ب^۲$ = ۹،۰۶

∴ $\frac{۱}{۳}$ ($ا^۲ + ب^۲$) = ۳،۰۲

مقناطیس کی کمیت = ۱۱،۰۶ گرام ∴ $\frac{ک}{۳}$ ($ا^۲ + ب^۲$) = ل = ۳۳،۴

اہتزاز کے وقتِ دوران = ۷،۰۵ ، ۷،۰ ، ۶،۹۵ ، اوسط = ۷،۰ ثانیہ

$\frac{۴\pi^۲}{و^۲} = \frac{۹،۸۷ \times ۴}{۴۹} = \frac{۳۹،۴۸}{۴۹} = ۰،۸۰۶$

∴ ق ف = ۳۳،۴ × ۰،۸۰۶ = ۲۶،۸

تجربہ انحراف

مقناطیسیت پیما نشان ( ) تجربہ خانہ کا مقام نشان (٢)

مقناطیس نشان ( ) کا مقام: سرے: شمال نما	جنوب نما	وسط	نمائندے کے نشان: شمال	جنوب	انحراف: شمال	جنوب	وسط	ماس ل	اوسط ماس (ل)
		صفر	٠	٢٫٥ غربی	( )				
١١٫٠	١٧٫٠	١٤٫٠ غربی	٤٣٫٢ شرقی	٤٥٫٤ غربی	°٤٣٫٢	°٤٢٫٩	°٤٣٫٠	٫٩٣	
١٧٫٠	١١٫٠	١٤٫٠ غربی	٤٣٫٠ غربی	٤٠٫٤ شرقی	°٤٣٫٠	°٤٢٫٩	°٤٢٫٩	٫٩٣	٫٩٢٥
١٧٫٠	١١٫٠	١٤٫٠ شرقی	٤٢٫٨ شرقی	٤٥٫٢ غربی	°٤٢٫٨	°٤٢٫٨	°٤٢٫٨	٫٩٢	
١١٫٠	١٧٫٠	١٤٫٠ رر	٤٢٫٧ غربی	٤٠٫٢ شرقی	°٤٢٫٧	°٤٢٫٧	°٤٢٫٧	٫٩٢	
		صفر	٠	٢٫٥ غربی					

فاصلہ (٢ص) ١٤٫٠ غربی سے ١٤٫٠ شرقی تک = ٢٨٫٠٤ سم

∴ ص = ١٤٫٠٢ سم ∴ ص^2 = ١٩٦

ل = $\frac{5}{6}$ (٣) = ٢٫٥ سم ∴ ل^2 = ٦

ص^2 − ل^2 = ١٩٠

∴ $\frac{\text{ق}}{\text{ن}} = \frac{(190)^2}{28.04} \times .925 = 1193$

پس $\text{ن}^2 = \frac{\text{ق ن}}{\frac{\text{ق}}{\text{ن}}} = \frac{26.8}{1193} = .0225$

∴ ن بمقام نشان (٢) = ٫١٥٠

اور ق^2 = ق ن . $\frac{\text{ق}}{\text{ن}}$ = ٢٦٫٨ × ١١٩٣ = ٣١٩٧٠

پس مقناطیس نشان ( ) کے ق کی قیمت = ١٧٩

مقناطیس نشان ( ) کا مقناطیسی معیار اثر فی گرام = $\frac{179}{11.06}$ = ١٦٫٢

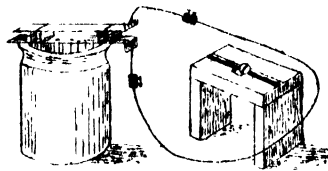
[نوٹ منجانب مترجم - چونکہ سلاخی مقناطیسوں میں اکثر ہندسی محور مقناطیسی محور سے منطبق نہیں ہوتے، اس لئے مقناطیس جب سوئی کے انصراف کے لئے اُس کے مشرقی یا مغربی جانب رکھا جاتا ہے تو سوئی اور اُس کے مرکز کے درمیانی فاصلہ کو مستقل رکھ کر نہ صرف مقناطیس کے قطب کی سمت بدلی جاتی ہے بلکہ سمت ایک ہی رکھ کر مقناطیس پلٹا دیا جاتا ہے۔ گویا چار انصرافون کا اوسط نکالنے کے عوض آٹھ انصرافون کا اوسط نکالا جاتا ہے۔ یہ زیادہ خالی از سقم یا خطا ہوگا۔ مقناطیس کا معیار اثر فی اکائی حجم بھی نکالا جائے۔ اُس کو مقناؤ کی قوت کہینگے]

فصل سی و ہفتم

مشق

برقی روؤں کا عمل مقناطیسوں پر

آلات جنکی ضرورت ہوگی | سادہ خانہ ۔ کمپاس کا صندوقچہ ۔ کچھ جوڑ ملانے کے تار اور چند عدد "واصل"۔

سادہ برقی خانہ تیار کرنے کی غرض سے تانبے اور جست کی دو تختیاں اور ایک مرتبان دئے جاتے ہیں (شکل ۷۲)۔ مرتبان، گندھک کے آب آمیزہ ترشہ (سلفیورک ایسڈ

شکل ۷۲

جس میں پانی شریک کرکے کمزور کردیا گیا ہو) سے آدھا

بھر دو اور اُس میں دونوں تختیاں چھوڑ دو، احتیاط رہے کہ ترشہ تختیوں کے اوپر کے حصوں کو، جہاں تار لگائے جاتے ہیں، چھونے نہ پائے، اور تختیان خود ایک دوسرے سے کچھ فاصلہ پر رہیں، ملنے نہ پائیں۔ خانہ جب اس طرح بن جائے، اُس کے سِرون کو "واصلون" کے ذریعہ سے، ایک میتر لمبے، تانبے کے ایک باریک تار سے ملا دو۔

[نوٹ :- اِس تار پر سوت لپٹا ہوا ہوتا ہے تا کہ برق کے لحاظ سے وہ محجوز رہے۔ مترجم]

(۲)۔ اکھیری افقی رَو۔

چھوٹی کمپاس کو میز پر رکھو، اِس بات کا ضرور خیال رہے کہ خانہ سے نکلا ہوا تار اُس کے قریب سے نہ گزرے کمپاس کے صندوقچہ کو پھیر کر، سوئی کے نشان کئے ہوئے سِرے کو کمپاس کے چہرے کی شمالی علامت (N یا ش) پر لے آؤ۔ خانہ سے نکلے ہوئے تار کو اس طرح ترتیب دو کہ اُس کے طول کا تہائی حصہ سوئی کے اوپر مقناطیسی نصف النہار میں ہو، باقی حصہ کمپاس سے کسی قدر فاصلہ پر پڑا رہے۔ جو حصہ سوئی کا متوازی ہے (یعنے مقناطیسی نصف النہار میں ہے) اُس کو نیچے اتار کر سوئی کے قریب لاؤ۔ دیکھو اب سوئی منصرف ہوگئی۔ جب تار اسقدر نیچے اتارا جائے کہ سوئی کے صندوقچہ کے شیشے کو چھولے، سوئی کی وضع کیا ہوتی ہے دیکھ کر نوٹ کر لو۔ پھر

تار کی سمت الٹ دو تاکہ رَو کمپاس کے صندوقچہ کے
اوپر سے پہلے کی مخالف سمت میں گزرے ۔ دیکھو اس
مرتبہ تار نیچے اُتارا جاتا ہے تو سوئی اِس سے پہلے
تجربہ میں جسقدر منصرف ہوئی تھی اُسی قدر مخالف سمت
میں منصرف ہوتی ہے

اب تختیوں کو مائع میں سے باہر نکال لو۔

جب برقی رَو کسی تار پر سے گزرتی ہے ، اُس کے
باعث تار کے گرد و نواح میں ایک مقناطیسی میدانِ قوت
پیدا ہوتا ہے ، جس کے خطوطِ قوت دائروں کی شکل
میں ہوتے ہیں۔ دائروں کے مرکز تار میں ہوتے ہیں ،
اور اُن کی سطحیں مستوی اور تار پر عمود وار واقع ہوتی ہیں۔
اگر بالفرض کوئی مجرّد ، شمال نما مقناطیسی قطب اِس میدان
میں چھوڑا جائے تو جس سمت میں وہ اِن دائروں کے
محیط پر چکّر لگائیگا اُس کو برقی رَو کے بہنے کی سمت
سے حسب ذیل نسبت ہوتی ہے :- فرض کرو ایک
دَہنّا پیچ (کاگ پیچ) ، برقی رَو جدھر کو جارہی ہے ، ادھر
کو چلایا جا رہا ہے ۔ جس سمت میں پیچ کو گھمانا ہوگا
وہ وہی سمت ہے جس میں متذکرہ بالا مجرّد قطب
متحرک ہوگا ، یعنے مقناطیسی قوت کی سمت وہی
ہوگی ۔

اس قاعدہ کی مدد سے بتاؤ متذکرہ بالا تجربوں میں

رَو کی کیا سمت تھی اور خانہ کا کونسا سرا مثبت ہے۔
لکڑی کے ایک ٹکڑے میں جو نالی بنائی گئی ہے اُس کو خطِ شمال جنوب پر رکھ کر کمپاس کو نالی پر رکھو، اِس ترتیب سے کہ سوئی کا شمال نما سرا کمپاس کے چہرے کے ٹھیک (N یا ش) نشان پر آئے۔ اب خانہ کی تختیوں کو مائع میں چھوڑ دو۔ دیکھو سوئی کا انصراف اُس انصراف کے برابر مگر مخالف سمت میں ہے، جو برقی رَو کے سوئی کے اوپر سے، اِسی سمت میں بہنے سے ہوا تھا۔ تختیوں کو مائع سے باہر نکال لو اور نالی میں تار کی سمت الٹ دو۔ پھر جب تختیاں مائع میں اتاری جائینگی تو سوئی مخالف سمت میں منصرف ہو گی۔
تختیون کو اوپر اٹھا لو، تار کو مقناطیسی نصف النہار کے متوازی، اس افقی مستوی میں جو سوئی میں سے گزرے کمپاس کے صندوقچہ کے شرقی یا غربی جانب، اور اُس سے جتنا نزدیک ممکن ہو، رکھو۔ دیکھو، اب جب تختیان مائع میں اتاری جاتی ہیں، سوئی پر کچھ اثر نہیں پایا جاتا۔
ان سب مشاہدات کو اپنی بیاض میں لکھ لو اور بتاؤ کہ سارے واقعات مصرحہ بالا قاعدہ کے ساتھ مطابق ہیں۔

(ب)۔ اکہیری عمودی (راسی) برقی رو۔

تار کو دی ہوئی ٹیکن کے عمودی سوراخ میں سے لیجاؤ اور اُس کو اس طور پر ترتیب دو کہ سوراخ کے اوپر نیچے دونوں طرف تار کا کچھ حصہ عمودی وضع میں قائم رہے۔ کمپاس کو ایسی وضع میں رکھو کہ اس کا مرکز تار کے بالکل قریب اُس کے غربی جانب ہو اور اُس کا شمال نما سرا کمپاس کے چہرے پر جو نشان (N یا ش) بنایا گیا ہے، اُس کے اُوپر واقع ہو۔ تختیوں کو مائع میں چھوڑو اور دیکھو سوئی کی وضع میں کیا تغیر پیدا ہوتا ہے۔ پھر باری باری سے سوئی کے مرکز کو تار کے شرقی، شمالی، اور جنوبی جانب رکھ کر مشاہدات کو دوہراؤ۔ دیکھو جہاں سوئی منصرف ہوتی ہے، وہاں خانہ کی تختیون سے جوڑ منقلب کر کے تار میں برقی رو کی سمت الٹنے پر، انصراف کی سمت بھی الٹ دی جاتی ہے۔ سوئی کے انصراف کی وجہ یہ ہے کہ اُس پر ان مشاہدات میں دو قوتیں عمل کرتی ہیں:۔ ایک قوت، زمین کی مقناطیسی قوت ہے جو سوئی کو مقناطیسی نصف النہار میں لانا چاہتی ہے، دوسری قوت برقی رو سے پیدا ہوتی ہے۔ اِن دونوں قوتوں کے حاصل کی جو سمت ہوگی سوئی بھی وہی سمت اختیار کریگی۔ سمجھاؤ، جو انصراف مشاہدہ ہوئے ہیں

اسی کے مطابق ہیں ۔
ہر مشاہدے کے متعلق ایک شکل کھینچو ۔ شکل میں، شمال نما قطب پر، (۱) برقی رَو کی قوت کی سمت، (۲) زمین کی مقناطیسی قوت کی سمت، اور (۳) حاصل قوت کی سمت، یہ فرض کر کے کہ زمین کی مقناطیسی قوت اور رَو کی مقناطیسی قوت دونوں مساوی ہیں، تینوں سمتیں بتائی جائیں ۔

[نوٹ منجانب مترجم ۔ طالب علم کو یہ یاد رکھنا چاہئے کہ برقی رَو کی مقناطیسی قوت منجملہ اور امور کے رَو کی مقدار کے تابع ہوتی ہے اور زمین کی مقناطیسی قوت مختلف جگھوں پر مختلف ہے ۔ پس مفروضۂ بالا سے غرض محض نقشہ کشی کی سہولت ہے ۔]

(ج) ۔ مضاعف رَویں ۔

تار کو پھر لکڑی کے ٹکڑے کی افقی نالی میں رکھ کر کمپاس کو اوس کے اوپر رکھو ۔ دیکھو جب خانہ کی تختیاں مائع میں چھوڑی جاتی ہیں، اور حلقہ کا باقی حصہ کمپاس سے دُور ہٹا دیا جائے، افقی حصہ میں سے جو برقی رَو گزر رہی ہے، سوئی کو کس زاویہ پر منصرف کرتی ہے اب تار کے حلقہ کو اس طرح ترتیب دو کہ نالی میں سے تار دو مرتبہ گزرے (باقی حصے حسب سابق کمپاس سے

کافی دور رہیں) - سوئی کا انصراف بڑھ جائیگا - اگر حلقہ کو ایسا ترتیب دیا جائے کہ تار سوئی کے نیچے سے دو بار اور اوپر دو بار (سوئی کے قریب سے) گزرے، انصراف اور زیادہ بڑھ جائیگا - پس اگر سوئی کے گرد تار کو کمپاس پر، اوپر نیچے، کئی بار لپیٹا جائے تو سوئی کے انصراف سے بہت کمزور رَو بھی پہچان لی جا سکے گی -

اگر تار کو موڑ کر ایک حصہ دوسرے پر الٹ دیا جائے، جب برقی رَو اُس میں سے گزریگی، اس کا اثر سوئی پر بہت خفیف پایا جائے گا، اُس وقت بھی جبکہ وہ سوئی کے بالکل قریب ہو، بشرطیکہ مڑے ہوے تار کے دونوں حصے سوئی سے تقریباً مساوی فاصلوں پر ہوں -

پس جب ایک تار پر کسی مقناطیسی آلہ کے قریب سے برقی رَو گزرتی ہے اور یہ مقصود ہے کہ اُس کا اثر آلہ پر بحدِّ اِمکان قلیل ہو، تو چاہئے آلہ کے قریب تار کا کچھ حصہ موڑ کر اُلٹا دیا جائے، تاکہ اُس کے ایک حصہ پر رَو ایک سمت میں گزرے اور دوسرے حصہ پر اس کے بالکل مخالف سمت میں - عملی طور پر برقی رَو ناپنے کی اِکائی اَمپیر کہلاتی ہے - اس اِکائی کی قیمت

یا مقدار کا اندازہ اِس سے ہوسکتا ہے کہ جب یہ رَو (یعنے آمپیر)، نصف قطر (ط) کے ایک دائرے میں سے بہتی ہے، اُس کی وجہ سے دائرہ کے مرکز پر جو مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے اُس کی شدت $\frac{۲\pi}{ط}$ کے مساوی ہوتی ہے۔

(ھ) مقناطیسی برق پیما (برقی رَو پیما)

آلہ جس میں، برقی رَو کا ایک مقناطیسی سوئی پر عمل معلوم کرکے وہ رَو ناپی جاتی ہے، مقناطیسی برق پیما کہلاتا ہے۔

اگر مقناطیسی سوئی سے کسی مقناطیسی برق پیما کا تار کافی دور ہو، اور اس کو اِس طور پر ترتیب دیا جائے کہ تار مقناطیسی نصف النہار کی سطح مستوی میں واقع ہو، سوئی کے ایک مجوزہ انصراف کے لئے جو برقی رو درکار ہوگی، اُس زاویہ انصراف کے مماس سے راست مناسبت رکھیگی۔ جو مقناطیسی برق پیما اس شرط کو پورا کرتا ہے ایک "مماسی مقناطیسی برق پیما" یا مختصراً "مماسی برقی رَو پیما" کہلائیگا۔ عام طور پر اس کو، برقی رَؤں کا آپس میں مقابلہ کرنے کے لئے استعمال کرسکتے ہیں۔ اور اگر تار کے دائرے کا نصف قطر اور چکروّں کی تعداد معلوم ہوں، تو اُس کی بدولت رَو کو امپیروں میں ناپ لیا جاسکتا ہے۔

[نوٹ منجانب مترجم - اگر دائرے کا نصف قطر (ط) ہو، تار کے چکروں کی تعداد (ع)، اور جہاں آلہ واقع ہو وہاں افقی مقناطیسی میدان کی شدت (ھ)، تو سوئی کے انحراف کے زاویہ کو (ن) مان کر برقی رو (ر) کی قیمت امپیروں میں ضابطہ ذیل سے دریافت ہوگی:-

$$\text{ر} = \frac{\text{۵ ط ھ}}{\pi\,\text{ع}}\ \text{مس}\,(\text{ن})$$

واضح ہو کہ ایک امپیر نظام س۔گ۔ث کی، برقی مقناطیسی، رو کی اِکائی کا $\frac{1}{10}$ ہوتا ہے]

فصل سی و ہشتم

والٹا کا خانہ اور مماسی مقناطیسی برق پیما

ضروری سامان | دو لکلانشے کے خانے، ایک مماسی مقناطیسی برق پیما، مزاحم لچھے، ڈاٹ کنجی اور واصل تار (مجوزہ)

ہر والٹائی خانہ میں ایک قسم کی طاقت ہوتی ہے جس کی بدولت حلقہ کی مزاحمت کے مقابلہ میں اُس پر سے برقی رَو چلائی جاتی ہے۔ اِس طاقت کو انگریزی میں خانہ کی الکٹرو موٹف فورس کہتے ہیں۔ [لفظ فورس (بمعنی قوت) کا استعمال یہاں غلط ہے۔ ہم اس کو محرکۂ برق کہینگے۔ مترجم]۔ محرکہ برق، خانہ کے مائع اور اُس کی تختیون کی نوعیت کیمیائی کے تابع ہے۔ تختیون کی شکل، اور مائع میں، اُن کے مقام سے اُس کو کچھ تعلق نہیں۔ چنانچہ دو خانوں کا مائع اگر آب آمیز

سلفیورک ایسڈ ہو اور دونوں کی تختیاں جست اور تانبے ہی کی ہوں، لیکن ایک خانہ کی تختیاں دوسرے کی تختیوں کے دو چند ہوں یا ایک خانہ کی تختیوں میں بمقابلہ دوسرے خانہ کی تختیوں کے دو چند فاصلہ ہو، تاہم اِن کا محرِّکۂ برق ایک ہی ہوگا۔

محرکہ برق کے ناپنے کی (عملی) اکائی ایک اولٹ کہلاتی ہے۔ [ایک اولٹ، نظام س۔گ۔ث کی برقی مقناطیسی، محرکہ برق کی اِکائی کا (۱۰)^۹ ہے۔مترجم]

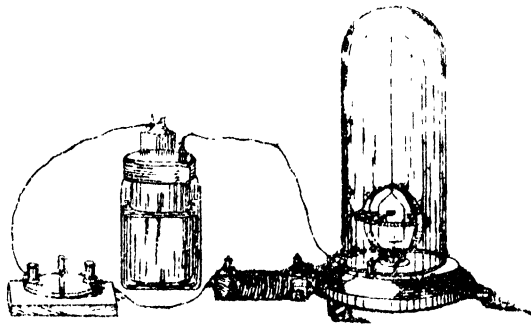
کسی حلقہ میں جو برقی رَو بہتی ہے دو امر کے تابع ہوتی ہے (۱) محرکہ برق کے، جو برقی رَو کے حلقہ میں بہنے کا باعث ہے۔ (۲) سارے حلقہ کی مزاحمت کے، جس کے برخلاف رَو بہتی ہے: سارے حلقہ کی مزاحمت دو مزاحمتوں کا مجموعہ ہے:۔ ایک مزاحمت جو خود خانہ ہی میں ہوتی ہے، دوسری جو خانہ کے باہر حلقہ کے بقیہ حصّہ میں ہوتی ہے۔

اوم کے کلیہ سے، محرکہ برق کو جو شریک حلقہ ہے حلقہ کی مجموعی مزاحمت پر تقسیم کرنے سے جو حاصل تقسیم آتا ہے، حلقہ پر سے گزرنے والی برقی رَو کے مساوی ہوتا ہے۔ اگر خانہ کا محرکۂ برق (ب) فرض کیا جائے، اُس کی مزاحمت، جو حلقہ کی اندرونی مزاحمت کہلاتی ہے (خ)، اور حلقہ کی بقیہ مزاحمت

جو بیرونی مزاحمت کہلاتی ہے ، (ز) اور اِن سے جو
برقی رَو حلقہ پر سے گزرے (ر) فرض کیجائے تو

$$ر = \frac{ب}{خ + ز}$$

اگر گزشتہ فصل کے تجربون کی طرح کا سادہ خانہ
استعمال ہو تو اندرونی مزاحمت (خ) کو تقریباً تختیون
کے درمیانی فاصلہ سے راست مناسبت ہو گی -
اِس لئے خانہ کی تختیوں کو نزدیک کرنے سے حلقہ
پر سے گزرنے والی رَو میں ترقی ہوسکتی ہے -
علاوہ برین (خ) کو تقریباً تختیوں کی سطح سے
بالعکس نسبت ہوتی ہے پس تختیاں بڑی
کر دینے سے بھی برقی رَو میں زیادتی ہوگی -

شکل ۶۲

مشق

کسی خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین۔

(شکل ۷۴) میں جو مقناطیسی برقی رو پیما بتایا گیا ہے، تار کے تین یا چار چکروں کے لچھے پر مشتمل ہے۔ ایک لمبے ریشمی ریشہ سے، لچھے کے مقام وسط پر، مقناطیسی سوئی لٹکائی گئی ہے۔ سوئی کا اہتزاز قصر کرنے کے لئے اُس کو ایک کاغذ پر جمایا گیا ہے، جس کی سطح عمودی رہتی ہے۔ اور انصراف پڑھنے کے لئے، سوئی پر، عمود وار، ایک نمائندہ لگایا جاتا ہے۔ نمائندہ افقی مستوی میں ایک دائری پیمانہ کے اوپر حرکت کرتا ہے جس کی تقسیم درجوں میں ہوئی ہے۔ انصراف کا زاویہ اِس پیمانہ پر نمائندہ کا مقام دیکھ کر معلوم کر لیا جاتا ہے

برقی رو پیما کو بینچ پر ایسی وضع میں رکھو کہ اُس کی سوئی لچھے کی مستوی میں واقع ہو اور اس لئے نمائندہ اِس مستوی پر عمود وار ہو۔ ہمواری پیچوں کو پھیرو یہاں تک کہ سوئی بے تکلف اہتزاز کرے۔ نمائندے کے دونوں سروں کے نشان پڑھو۔ سوئی کے اِس وضع میں یہ نشان صفر یا اُس کے قریب ہونے چاہئیں۔ اگر صفر نہ ہوں تو دیکھو آیا

وہ صفرون کے شمال پر ہیں یا جنوب پر۔ اِن نشانون کو ”صفر کے نشان کہو“۔

رِکلانشے کا جو خانہ دیا جاتا ہے اِس میں ایک جست اور ایک کوئلے کا ڈنڈا، امونیم کلورائڈ (نوشادر) کے سیر محلول میں ڈبویا ہوا ہوتا ہے۔ خانہ کے ایک سِرے کو ڈاٹ کنجی کے ذریعہ سے، دیئے ہوئے ”۲۰۰۰ اوہم“ والے مزاحم لچھّے کے ایک سِرے سے ملاؤ۔ اور خانہ کے دوسرے سِرے اور مزاحم لچھّے کے دوسرے سِرے کو مقناطیسی برقی رو پیما کے دونوں سِروں سے ملاؤ۔ اگر خانہ کے ”قطبین“ پر بند پینچ نہ ہوں تو ”واصلون“ کے ذریعہ جوڑ ملاؤ۔

جب مقناطیسی برقی رَو پیما کا نمائندہ سکون کی حالت میں آجائے اُس کے دونوں سِروں کے نشان پڑھ لو۔ یہ بھی دیکھ لو آیا وہ صفر کی شمالی جانب ہیں یا جنوبی۔

خانہ کے جوڑون کو باہمدیگر بدلدو تاکہ برقی رَو پیما میں اب رَو مخالف سمت میں بہے۔ نمائندہ کے مکرر نشان پڑھ لو۔ پھر مزاحم لچھے کو حلقہ سے باہر نکال کر حلقہ پورا کرلو۔ دیکھو اب نمائندہ کے سِرون کے نشان کیا ہیں۔ خانہ کے جوڑون کو دوبارہ باہمدیگر بدلدو اور نمائندہ کے نشان پڑھو۔

مزاحم پچھے کو پھر سے حلقہ میں شریک کرکے مشاہدات کو دوہراؤ۔

اس کے بعد خانہ کو حلقہ کے باہر نکال لو۔ دیکھو اب جبکہ رَو کا بہنا موقوف ہے برقی رَو پیما کے نمائندے کے سرے کیا نشان بتاتے ہیں۔ بالفاظ دیگر برقی رَو پیما کے 'صفر کے نشان' دیکھ لو۔ یہ نشان پیشتر کے صفر کے نشانوں سے منطبق ہونا چاہئے۔

مشاہدات کو اس طرح لکھ کر انکی تحویل کی جائے:-

مقناطیسی برقی رَو پیما نشان (   )۔ خانہ نشان (   )۔ خانہ نشان ا

تجربہ	نشان جو پڑھے گئے		انحراف کے زاویے				* مماس	اوسط مزاحم پچھے کو ساتھ شریک کرکے
	شرقی	غربی	شرقی	غربی	اوسط	اوسط		
صفر	صفر°	۲° ج						
پچھے کو ساتھ شریک کرکے	۴۷° ج	۴۲° ش	۴۷°	۴۸°	۴۷٫۵°	۴۸٫۰°	۱٫۱۱	
	۴۸° ش	۱۵° ج	۴۸°	۴۹°	۴۸٫۵°			
پچھے کو شریک نہ کرکے	۶۶° ش	۶۷° ج	۶۶°	۶۵°	۶۵٫۵°	۶۵٫۵°	۲٫۱۹	۱٫۰۹
	۶۵° ج	۶۴° ش	۶۵°	۶۶°	۶۵٫۵°			
پچھے کو شریک کرکے	۴۶° ج	۴۵° ش	۴۶°	۴۷°	۴۶٫۵°	۴۷٫۰°	۱٫۰۷	
	۴۷° ش	۵۰° ج	۴۷°	۴۸°	۴۷٫۵°			
صفر	صفر	۲° ج						

نوٹ* مماسوں کی جدول صفحہ ۱ ( ) پر ملاحظہ ہو۔

اگر لچھّے کی مزاحمت (ز) ہو، خانہ ملانے والے تاروں، اور مقناطیسی برقی رو پیما کی مزاحمت (خ)، تو جس تجربہ میں لچھا شریک حلقہ تھا اس میں رو کے لئے مندرجہ ذیل مساوات ہوگی :-

$$\text{برقی رو جبکہ لچھا شریک حلقہ تھا} = \frac{\text{ب}}{\text{خ} + \text{ز}}$$

دوسرے تجربہ میں جبکہ لچھا حلقہ سے باہر کر دیا گیا تھا، اسی طرح :-

$$\text{برقی رو جبکہ شریک حلقہ نہ تھا} = \frac{\text{ب}}{\text{خ}}$$

پہلی مساوات کو دوسری پر تقسیم کرنے سے :-

$$\frac{\text{برقی رو لچھا خارج کرکے}}{\text{برقی رو لچھا شریک کرکے}} = \frac{\text{خ} + \text{ز}}{\text{خ}} = ۱ + \frac{\text{ز}}{\text{خ}}$$

جو برقی رویں مشاہدہ ہوئیں اُن کی نسبت، سوئی کے انحراف کے زاویوں کے مماسوں کی نسبت کے مساوی ہے۔ پس مماسوں کی جدول سے ان کی قیمتیں اخذ کرکے ہم لکھینگے :-

$$\frac{۲٫۱۹}{۱٫۰۹} = ۱ + \frac{\text{ز}}{\text{خ}}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{ز}}{\text{خ}} = \frac{۱٫۱۰}{۱٫۰۹}$$

$$\therefore \quad \text{خ} = \frac{۱٫۰۹}{۱٫۱۰}\,\text{ز} = ۰٫۹۹\,\text{ز}$$

پس اگر (ز) کی قیمت معلوم ہو تو خ کی تعین بھی ہو جاتی ہے۔ برقی مزاحمت ناپنے کی اکائی "اوم" کہلاتی ہے۔ اِس تجربہ میں لچھے کی مزاحمت ۲ اوم تھی۔ پس نشان ( ) کے خانہ، جوڑ ملانے کے تار، اور مقناطیسی برقی رَو پیما کی مزاحمت ۱،۹۸ اوم ہے۔

چونکہ اِس مقناطیسی برقی رَو پیما اور جوڑ ملانے کے تاروں کی مزاحمت، بمقابلہ خانہ کی مزاحمت کے، بالکل قلیل ہے، اِس لئے (خ) سے محض خانہ ہی کی مزاحمت سمجھی جا سکتی ہے۔

دوسرا خانہ لے کر اپنی مشاہدات کو دوہرا لو۔

بعد ازاں دونوں خانوں کو "ہم سلسلہ" کرو (یعنے ایک خانہ کے جست کو دوسرے کے کوئلے سے جوڑو اور بطور بیرونی مزاحمت کے، ۲ اوم کے دو مزاحم لچھوں کو "ہم سلسلہ" کر کے، اس مجموعہ کی مزاحمت دریافت کرو۔

جب دو خانے "ہم سلسلہ" ہوتے ہیں، اُن کے مجموعہ کی مزاحمت دونوں کی مزاحمتوں کے مجموعہ کے برابر ہونی چاہئے۔

اب اِن دو خانوں کو "ہم توازی" کرو یعنے اِن کی جست کی ڈنڈیوں کو باہم جوڑو اور ایسا ہی

ان کی کوئلے کی ڈنڈیوں کو ملاؤ - اور مقناطیسی برقی رو پیما کے ایک سرے کے تار کو مزاحم لچھے اور جست کی ڈنڈیوں سے جوڑو، اور اُس کے دوسرے سرے کے تار کو 'کوئلوں کی ڈنڈیوں سے - اس کے بعد حلقہ میں ایک اوم والا مزاحم لچھا شریک کرکے مجموعہ کی مزاحمت کی تعیین کرو -

'ہم توازی' دو خانوں کے مجموعہ کی مزاحمت تقریباً اکیلے خانہ کی مزاحمت کے نصف کے مساوی ہوتی ہے -

[تنبیہات منجانب مترجم :- (۱) اگر کسی حلقہ میں ایک مقناطیسی برقی رو پیما شریک ہو اور اُس میں سے گزرنیوالی رو کی سمت اولٹ دینا مقصود ہو تو، خانہ سے بازوؤں کے جوڑ تبدیل کرنے کی ضرورت نہیں، حلقہ میں ایک 'منقلب' شریک کرکے اُس کے دستہ کو پلٹا دینے سے برقی رو پیما میں رو کی سمت مخالف ہو جائیگی -

(۲) 'ہم سلسلہ' اور 'ہم توازی' خانوں کے مجموعوں کی مزاحمتوں کے متعلق جو کچھ اوپر بیان ہوا ہے وہ اسی حالت میں صحیح ہے جبکہ خانونکا محرّکہ برق ایک ہی (یا تقریباً ایک ہی) ہو] -

حسابی مشق - دو متشابہ خانے دئے جاتے ہیں، جنکی مزاحمت دو دو 'اوم' کی ہے - اگر حلقہ کی بیرونی مزاحمت یکے بعد دیگرے ۱، ۲، ۴ اوم ہو تو حساب کرکے دریافت کرو، زیادہ رو حاصل ہونے کے لئے اِن خانوں کو کس طرح ترتیب دے کر جوڑنا چاہئے - 'ہم سلسلہ' یا 'ہم توازی' -

فصل سی و نہم

جسرِ مزاحمت کے ذریعہ مزاحمت ناپنا

ضروری سامان | جسرِ مزاحمت، اصل مقناطیسی برقی رو پیما، لکلانشے کا خانہ، ڈاٹ کنجی، مزاحمت کے لچھے، اور واصلِ تار۔

مضاعف حلقوں میں رؤں کا بہنا

اگر حلقہ کے کسی دو مقاموں کے درمیان، برقی رو دو یا اس سے زیادہ راستوں پر سے گزر سکتی ہے، تو اُس کی تقسیم ہو جاتی ہے اور ہر راستہ پر سے کچھ حصہ گزرتا ہے۔ اگر ان راستوں کی مزاحمتیں بالترتیب $ز_1$، $ز_2$ وغیرہ ہوں تو $\frac{1}{ز_1}$، $\frac{1}{ز_2}$ وغیرہ کو ہم ان کی ایصالیت کہینگے۔ ہر ایک راستے سے جو رو بہیگی اُس کی ایصالیت کی مناسبت سے ہوگی۔ ان سب

راستوں کے مجموعہ کی ایصالیت، سب راستون کی ایصالیتوں کے مجموعہ کی مساوی ہوتی ہے۔ اور کسی ایک راستہ سے گزرنے والی رَو کو مجموعی رَو سے وہی نسبت ہوتی ہے، جو اِس کی ایصالیت کو تمام راستون کی ایصالیتوں کے مجموعہ سے ہے۔

اوپر جو بیان ہوا ہے اُس کو اِس طرح ثابت کرسکتے ہیں :-

اگر کسی تار پر سے برقی رَو بہ رہی ہے اور اُسکے طول کے اندر برقی رَو کا کوئی سکوّن نہین ہے۔ (یعنے جو کوئی بھی مکوّن ہوں تار کے باہر ہیں) اوم کے کلیّہ سے، یہ برقی رَو، تار کے کسی بھی دو عمودی تراشون کے مابَین جو محرکۂ برق یا تفاوتِ قوّہ ہو، اُس کو اِن تراشون کی درمیانی مزاحمت پر تقسیم کرنے سے جو حاصل تقسیم آئے اُس کے مساوی ہوتی ہے۔ چنانچہ ا اور ب، دو نقطے جن کے مابین تفاوت قوّہ (د) ہو، متعدد تارون سے ملائے جائیں۔ اگر ان تارون کی مزاحمتیں بالترتیب $ز_۱$، $ز_۲$ وغیرہ ہوں، اور اِن پر سے بہنے والی رَدیں $ر_۱$، $ر_۲$ وغیرہ ہوں، تو

$$ر_۱ = \frac{د}{ز_۱}،\quad ر_۲ = \frac{د}{ز_۲}،\quad ر_۳ = \frac{د}{ز_۳} \text{ وغیرہ}$$

اِن تاروں کی ایصالیت کو اگر بالترتیب $ص_1$، $ص_2$ وغیرہ کہا جائے تو ذیل کی مساواتیں پیدا ہونگی۔

$$ر_1 = و ص_1 \text{،} \quad ر_2 = و ص_2 \text{،} \quad ر_3 = و ص_3 \quad \text{وغیرہ}$$

پس اِن تاروں پر سے جو رَویں علٰحدہ علٰحدہ بہیں گی، اُن کی ایصالیتوں سے اُن کو راست نسبت ہوگی۔ اوپر کی مساواتوں کو باہم جمع کرنے سے یہ مساوات حاصل آتی ہے۔

$$ر_1 + ر_2 + ر_3 + \text{وغیرہ} = و\,(ص_1 + ص_2 + ص_3 + \text{وغیرہ})$$

چونکہ پوری رَو (ر) تقسیم ہوکر مختلف تاروں کی رَویں بنتی ہیں اس لئے اِن سب رَوں کا مجموعہ پوری رَو کے مساوی ہے۔ اِس لئے

$$ر = و\,(ص_1 + ص_2 + ص_3 + \cdots)$$

$$\text{لھذا} \quad \frac{ر_1}{ر} = \frac{ص_1}{(ص_1 + ص_2 + ص_3 + \cdots)}$$

اگر بجائے اِن متعدد تاروں کے جو آپس میں "ہم توازی" جوڑے گئے ہیں، ایک ہی تار شریکِ حلقہ کیا جائے، ایسا کہ اُس کے سروں کے درمیان وہی تفاوت قوّۃ (و) ہونے سے اُس پر سے وہی پیشتر ہی کی رَو (ر) بہے، تو اُس کی

ایصالیت (ص) مساوات ذیل سے ماخوذ ہوگی :-

$$ر = ص و$$

پس $ص = ص_۱ + ص_۲ + ص_۳ + ...$

اور $\frac{۱}{ز} = \frac{۱}{ز_۱} + \frac{۱}{ز_۲} + \frac{۱}{ز_۳} + ...$

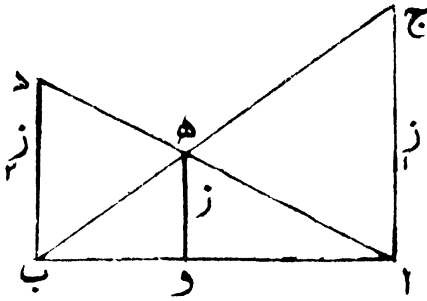
جہان (ز) سے مُراد اس اکیلے تار کی مزاحمت ہے۔

سوال - ایک لکلانشے کے خانہ کا "م - ب" ۱،۴۷ اولٹ ہے (م - ب بطور اختصار محرکۂ برق کے بجائے لکھا گیا ہے - اسی طرح تفاوت قُوّہ کو مختصراً ف - و لکھینگے - انگریزی میں م - ب کو E.M.F. لکھتے ہیں اور ف - و کو P.D.) اور اُس کی اندرونی مزاحمت ۲ اوم - اگر اس خانہ کے سرے دو تارون سے، جن کی مزاحمت بالترتیب ایک اور دو اوم ہے اور جو ہم توازی جوڑے گئے ہیں، ملائے جائیں، تو بتاؤ خانہ سے نکلنے والی پوری رَو کیا ہوگی اور اِن تارون میں، علٰحدہ علٰحدہ، کیا رَویں بہینگی -

[نوٹ منجانب مترجم - متشابہ مثلثون کے خواص کی مدد سے، متکافیات کا ترسیمی طریقہ سے جمع کرنا آسان ہے، اس لئے ہم اِس طریقہ سے دو ہم توازی مزاحمتون کے مجموعہ کی قیمت دریافت

کرتے ہیں :-

فرض کرو ز۱، ز۲ دو مزاحمتیں ہیں جو ہم توازی جوڑی گئی ہیں۔ رسم کھینچنے کے مربع دار کاغذ پر ایک آڑا خط ۱ب مناسب طول کا کھینچو۔ نقطہ ۱ سے ایک خط ۱ج۔

شکل (۷۳ الف)

۱ب پر عمود وار کھینچو، ایسا کہ اس کے طول سے مناسب پیمانہ پر، مزاحمت ز۱ کی مقدار بتائی جائے۔ اسی طرح نقطہ ب سے ایک خط ب د، ۱ب پر عمود وار کھینچو، جس کے طول سے مزاحمت ز۲ کی مقدار، اسی پیمانہ پر، ظاہر ہو۔ پھر خطوط کھینچکر ۱د اور ب ج کو ملاؤ۔ نقطہ تقاطع (ھ) سے ۱ب پر ایک خط ھ و عمود وار کھینچو۔ (ھ و) کا طول اسی پیمانہ پر،

$ز_۱$ اور $ز_۲$، ہم توازی مزاحمتون کے مجموعہ کی قیمت بتائیگا، یعنے مزاحمت (ز) کی قیمت بتائیگا جہان

$$\frac{۱}{\text{ز}} = \frac{۱}{\text{ز}_۱} + \frac{۱}{\text{ز}_۲}$$

$$\text{یا}\quad \text{ز} = \frac{\text{ز}_۱\,\text{ز}_۲}{\text{ز}_۱ + \text{ز}_۲}$$

چونکہ مثلث ا و ھ اور مثلث ا ب د متشابہ ہیں اس لئے $\frac{\text{ا و}}{\text{و ھ}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ب د}}$ اسی طرح چونکہ ب و ھ اور ب ا ج دو متشابہ مثلث ہیں،

$$\frac{\text{ب و}}{\text{و ھ}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ج}}$$

پس $\frac{\text{ا و}}{\text{و ھ}} + \frac{\text{ب و}}{\text{و ھ}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ب د}} + \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ج}}$

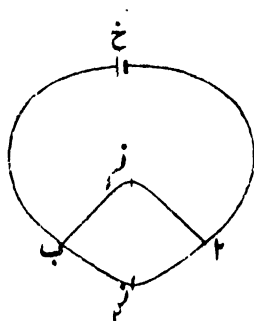
یعنے $\frac{\text{ا و} + \text{ب و}}{\text{و ھ}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ب د}} + \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ج}}$

لیکن $\text{ا و} + \text{ب و} = \text{ا ب}$

لھذا $\frac{۱}{\text{و ھ}} = \frac{۱}{\text{ب د}} + \frac{۱}{\text{ا ج}}$

خط ب د بجائے مزاحمت $ز_۲$ کھینچا گیا ہے اور خط ا ج بجائے مزاحمت $ز_۱$ تو واضح ہے کہ خط و ھ سے مزاحمت (ز) کی قیمت ملیگی جہان $\frac{۱}{\text{ز}} = \frac{۱}{\text{ز}_۱} + \frac{۱}{\text{ز}_۲}$)

جسرِ مزاحمت

شکل ۴۷

فرض کرو ، ایک خانہ (خ) ۲ ز۱ ب اور ۲ ز۲ ب تارون سے ایسا ملایا گیا ہے کہ ۲ اور ب نقطون کے بیچ میں برقی رَو کچھ ۲ ز۱ ب کے راستہ سے بہتی ہے اور کچھ ۲ ز۲ ب کے راستہ سے (شکل ۴۷)۔

واضح ہے کہ ۲ اور ب کے مابین ایک معیّن تفاوت قوہ ہوگا ۔ اور اگر یہ فرض کیا جائے کہ ۲ کا قوہؔ ب سے اونچا ہے تو دونوں تارون (۲ ز۱ ب اور ۲ ز۲ ب) پر ۲ سے لیکر ب تک قوہؔ کی قیمت میں تنزل ہوگا ۔ تار ۲ ز۱ ب پر کوئی ایک نقطہ (ز۱) لو ۔ تار ۲ ز۲ ب پر ضرور ایک ایسا نقطہ ملیگا جو نقطہ (ز۱) کا ہم قوہؔ ہوگا ۔ اِس دوسرے نقطہ کو (ز۲) قرار دو ۔ پس واضح ہے کہ جب ز۱ اور ز۲

کسی مقناطیسی برقی رَو پیما کے سِرون سے ملائے جائینگے تو رَو پیما میں کچھ بھی برقی رو نہ گزریگی - اب ہم یہ معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ اگر ز۱ اور ز۲ ایسے نقطے ہوں تو مزاحمتوں ۲ ز۱، ب ز۱، ۲ ز۲ اور ب ز۲ کو آپسمیں کیا تعلق ہے -

اوم کے کلیہ سے، اگر کسی موصل برق پر سے رَو گزر رہی ہو، تو اُس کے کوئی دو نقطون کے درمیان جو محرکۂ برق یا تفاوت قوۃ ہوگا، اُن دو نقطون کے مابین کی مزاحمت سے اُس کو راست نسبت ہوگی۔

پس (۲ اور ز۱ کے قوتوں کا تفاوت) / (۲ اور ب " " " ") = (۲ ز۱ کی مزاحمت) / (۲ ز۱ ب " ")

اسی طرح (۲ اور ز۲ کے قوتوں کا تفاوت) / (۲ اور ب " " " ") = (۲ ز۲ کی مزاحمت) / (۲ ز۲ ب " ")

جب ز۱ اور ز۲ کا قوۃ ایک ہے تو ان مساوتوں کے داہنے جانب کی کسریں برابر ہونگی - اس لئے بائیں جانب کی کسریں مساوی لکھی جاسکینگی - یعنے

(۱ ز۱ کی مزاحمت) / (۲ ز۱ ب ") = (۲ ز۲ کی مزاحمت) / (۲ ز۲ ب ")

نسبتوںکے خواص سے، مندرجہ بالا مساوات سے یہ مساوات حاصل آتی ہے:-

(اُز۱ کی مزاحمت) / (ز۱ ب ") = (اُز۲ کی مزاحمت) / (ز۲ ب ")

پس اگر ز۱ اور ز ب مزاحمتوں کی محض نسبت پیشتر سے مشخص ہو، اور ایک حساس مقناطیسی برقی رَو پیما کے سِروں کو ز۱ اور ز۲ سے ملانے سے اُس کی سوئی کا کوئی انصراف نہیں پایا جاتا، تو واضح ہے کہ ۲ ز۱ اور ز ب مزاحمتوں کی نسبت بھی معلوم ہوجاتی ہے۔

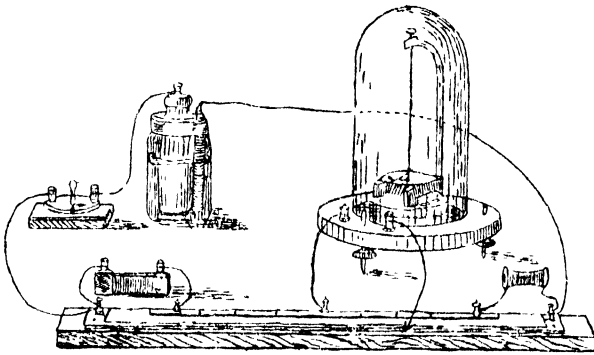
اچل (مقناطیسی) برقی رَو پیما

حماسی (مقناطیسی) برقی رَو پیما پر بحث کرتے وقت ہم نے دیکھا تھا کہ لچھے سے گزرنے والی برقی رَو کی مقناطیسی قوت جو سوئی کو مقناطیسی نصف النہار سے برانگیختہ (منصرف) کرنے کی مقتضی ہوتی ہے، زمین کی مقناطیسی قوت اُس کے ضد میں سوئی پر عمل کرتی ہے۔ اگر کسی ذریعہ سے، سوئی پر زمین کی اِس مقناطیسی قوت کا عمل گھٹا دیا جائے، تو وہی برقی رَو جب لچھے سے گزریگی سوئی کا انصراف بڑھ جائیگا۔ بالفاظ دیگر برقی رَو پیما زیادہ حسّاس ہو جائیگا۔ اچل (مقناطیسی) برقی رَو پیما میں زمین کی قوت کا عمل اِس طرح گھٹایا جاتا ہے:۔ لچھے کے بیچ میں جو سوئی ہوتی ہے، اس کے تقریباً مساوی اور مشابہ، ایک دوسری سوئی سے استوار، طریقہ پر جوڑ دی جاتی ہے۔ یہ دوسری سوئی پہلی سوئی کے

اوپر، اور لچھے سے کسیقدر باہر ہوتی ہے اور اُس کے قطبین پہلی سوئی کے مخالف سمت پر ہوتے ہیں۔ دونوں سوئیون پر زمین کی مقناطیسی قوتوں کا عمل مخالف سمتون میں ہوگا اور ان قوتون میں جو تفاوت ہوگا وہی اِس "مرکب" سوئی کو انصراف سے روکیگا۔ اِس کے برعکس (جیسا کہ فصل سی دہفتم کے مصرحہ اساسی کلیوّں سے ظاہر ہے) لچھے کی برقی رَو کی مقناطیسی قوتوں سے دونوں سوئیوں کا انصراف ایک ہی سمت میں ہوگا۔ اِس ترکیب سے [یعنے اچل مقناطیسی سوئی کے استعمال سے] برقی رو پیما زیادہ نازک اور حسّاس بنجاتا ہے، اور اُسکی سوئی، لچھوں پر سے خفیف سی رَو بہنے پر بھی متحرک ہوتی ہے۔

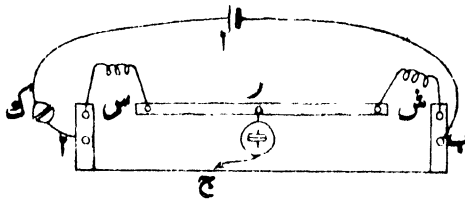
مشق

شکل (۷۵) والا ایک اچل مقناطیسی رَو پیما دیا جاتا ہے۔ اُس کو میز پر اس طرح رکھو کہ جب اُس کی سوئیاں آزادانہ، بغیر کسی رکاوٹ کے لٹکتی ہوں، اُس کے لچھے کے پہیر اِن کے متوازی ہوں۔ پھر اُس کو افقی مستوی میں پہیر کر، اُس کے ہمواری

پیچوں کے ذریعہ سے اُس کی سطح درست کرو یہاں تک کہ اوپر والی سوئی، بلا تکلّف، آلہ کے ایک مختصر قوسی افقی پیمانہ کے اوپر، دو چھوٹی، عمودی، اہتزاز قصر کرنے والی، "کھونٹیوں" کے بیچ میں حرکت کر سکے، اور سکون کی وضع میں اُس کا ایک سرا اِس پیمانہ کے وسطی نشان پر واقع ہو۔ ایسی صورت میں لچھا مقناطیسی نصف النہار میں ہوگا اور اُس کی وضع درست ہوگی۔

شکل ۷۵

ایک ڈاٹ کنجی (ک) کے ذریعہ سے، ایک لکلانشے کے خانہ کو جسر مزاحمت (دیکھو شکلیں ۷۵ و ۷۶) کے ا اور ب پیچوں سے ملا دو۔ جب مشاہدے ہوتے ہیں تب ہی کنجی میں ڈاٹ لگایا جائے۔ دوسرے

وقت ڈاٹ کنجی سے باہر نکال لیا جائے۔ جسر کے درز (س) میں ایک اوم کی مزاحمت والا لچھا جوڑ دو اور درز (ش) میں ۳۴ نشان والا تانبے کا ایک تار، (سوت لپٹا ہوا) ایک میتر لمبا لگا دو۔ دئے ہوئے اچل مقناطیسی برقی رو پیما کے ایک سرے کو جسر کے بیچ (ل) سے ملا دو اور اُس کے دوسرے سرے سے ایک تار (ج) جوڑ دو (ج) کا دوسرا سرا جسر کے تار سے پہسلوان تماس قائم کرنے کے لئے جو چھوٹا پیتل کا آلہ ہوتا ہے، اُس کے سرے سے ملا دو۔ اگر پہسلوان تماس کا آلہ مہیّا نہ ہو تو (ج) کے دوسرے سرے کو ایک مضبوط کاگ کے بیچ میں سے ذرا باہر نکال لو، اِس طرح پر کہ، کاگ کو ہاتھ میں پکڑنے سے تار کا باہر نکلا ہوا سرا جسر کے تار کے کسی بھی مقام سے چھوا جا سکے۔

شکل ۷۶

ڈاٹ کنجی (ک) میں ڈاٹ بٹھا دو۔ اور (ج) کو

جسر مزاحمت کے تار کے مقام وسط سے صرف ایک آن کے لئے ہلا دو ۔ رَد پیما کی سوئی ظناً منصرف ہو جائیگی ۔ جسر کے تار سے، (ج) کے تماس کا مقام بدلو یہاں تک کہ تماس کے ہونے یا ٹوٹنے کا، سوئی پر کچھ اثر محسوس نہ ہو ۔ تب تار کے نیچے جو پیمانہ نصب ہے اُس پر (ج) کا مقام درجوں میں پڑھو ۔ اسی مشاہدے کو تین بار دوہراؤ اور جو درجے پڑھے گئے ہوں اُن کا اوسط (لا) نکالو ۔ اگر جسر کا تار یکسان ہے اور اُس کا طول پیمانے کے (۱۰۰) درجون کے برابر ہے، لچھے کی مزاحمت (س) اور تانبے کے تار کی مزاحمت (ش)، تو

$$\frac{ش}{س} = \frac{۱۰۰ - لا}{لا}$$

$$یا \quad ش = س \left(\frac{۱۰۰}{لا} - ۱\right)$$

اگر س معلوم ہے تو ش کی قیمت بھی معلوم ہوجاتی ہے ۔

اب ۲۹ نشان والا، پلاطینائیڈ کا ایک تار ۳۰ سنتی میتر لمبا لو، اور اُس کو جسر کے ایک درز میں جوڑ کر اُس کی مزاحمت کی تعیین کرو ۔

اِسی طرح اُسی قسم کے، ۱۵ سنتی میتر طول کے ایک تار، ۲۵ نشان کے ۳۰ سنتی میتر لمبے پلاطینائڈ تار، اور

۴۳ نشان کے ۴۰ سنتی میتر لمبے لوہے کے تار کی مزاحمتیں دریافت کرو۔
(ل) طول اور (ط) قطر والے ایک تار کی مزاحمت کو (ل) سے راست نسبت اور (ط)^{2} سے عکسی نسبت ہوتی ہے ۔معہذا یہ مزاحمت تار کے مادّے کے بھی تابع ہے۔
$\frac{\text{مزاحمت} \times \text{تراش عمودی}}{\text{طول}}$ کو تار کے مادّے کی مزاحمیّت کہتے ہیں ۔اِس مقدار سے اُس مادّے کے، ایک سنتی میتر طول کے کنارے والے، ایک مکعّب کی مزاحمت کا پتہ چلتا ہے۔
تار پیما کے ذریعہ سے، اِس مشق میں جن تارون پر تجربہ ہوا ہے، اُن کے قطرون کی پیمائش کرو۔
تارون کی مزاحمتیں اور اُن کے اباعد جو مشاہدہ ہوئے ہیں، اُن سے اُن کی مزاحمیّتیں شمار کرو، اور ایسی ایک جدول تیار کرو:۔
جسر نشان ( )۔مقناطیسی برقی رَو پیما نشان ( )۔مزاحمت کا لچھا نشان (۲)
اِس لچھے کی مزاحمت = ۲۰،۱ اوم = س

تار	پیمانہ پر جو نشان پڑھا گیا	تار کی مزاحمت / لچھے کی مزاحمت	تار کی مزاحمت اوم میں	تار کا قطر سنتی میتر میں	تار کی عمودی تراش	مزاحمت × تراش عمودی / طول
۱۰۰ سم لمبا تانبے کا تار نشان (۴۴)	۷۴،۳	،۳۴۶	،۳۵۲	،۰۲۳	،۰۰۰۴۲	،۰۰۰ ۰۱ ۴
۳۰ سم لمبا پلاطینائڈ کا تار نشان (۲۹)						
۱۵ سم " " " " "						
۳۰ سم " " " " (۲۵)						
۴۰ سم " لوہے " " (۴۴)						

مشاہدات سے ظاہر ہوگا کہ پلاطینائڈ کی مزاحمیّت، تانبے کی مزاحمیت سے بہت زیادہ ہے۔

قوۃ پیما کے ذریعہ سے برق کے محرّکون کا مقابلہ

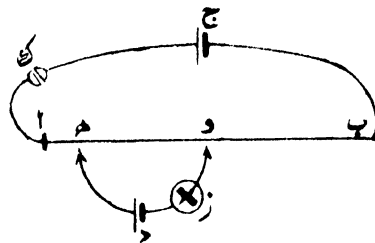
ضروری آلات - اچل مقناطیسی برقی رو پیما - پیمانہ پر تانا ہوا ایک یکسان تار - ایک ذخیرہ خانہ - دوسرے برقی رو کے خانے - ایک ڈاٹ کنجی - اور جوڑ ملانے کے واصل، کئی تار -

ہم نے یہ دیکھ چکا ہے کہ، جب کسی تار پر سے برقی رو گزرتی ہے تو تار کے کسی دو نقطون کے قوتوں میں جو تفاوت ہوگا، اُس برقی رو کو تار کے اُس طول کی مزاحمت سے جو اِن نقطون کے درمیان واقع ہے ضرب دینے سے جو حاصل ضرب آئیگا، اُس کے برابر ہوگا - فرض کرو ایک ایسے برقی خانہ کے، جس کا محرکہ برق اِس تفاوتِ قوۃ کے مساوی ہے، منفی سِرے کو ہم نے تار کے اُس نقطہ سے مِلایا جس کا قوۃ نیچا ہے - تب خانہ کا منفی سِرا اور جوڑ ملانے کا

تار، جو اُس کو لگایا گیا ہے، دیئے ہوئے تار (جس پر برقی رَو گزر رہی ہے) کے اُس نقطہ کے ساتھ ہم قوہ ہوگیا جس سے واصل تار کو مماس ہے۔ اگر ہم اَب خانہ کے مثبت سرے کو دیئے ہوئے تار کے دوسرے نقطہ سے، ایک دوسرے واصل تار کے ذریعہ ملادیں تو اس تار پر سے خانہ میں ہوکر، کچھ بھی رَو نہ بہیگی۔ اس لئے کہ اِس تار کے دونوں سروں کا قوہ ایک ہی ہے۔ لیکن اگر یہ واصل تار دیئے ہوئے تار کے کسی دوسرے نقطہ سے چھُوا جائے تو خانہ میں سے ضرور کچھ رَو گزرے گی جس کے گزرنے کی سمت، پیشتر کے نقطہ کی کس جانب اَب تماس ہوا اُس کے تابع ہوگی۔ پس خانہ کے ساتھ اگر ایک حسّاس مقناطیسی رَو پیما ہم سلسلہ جوڑا جائے تو واضح ہے کہ، دیئے ہوئے تار کا وہ دوسرا نقطۂ تماس دریافت ہوسکتا ہے جس سے تماس ہونے سے خانہ میں سے کوئی رَو نہیں بہتی ہے۔ پس اگر دیئے ہوئے تار کے اِن دونوں تماس کے نقطوں کے درمیانی طول کی مزاحمت، اور اِس پر سے گزرنے والی رَو معلوم ہو تو خانہ کا محرکۂ برق بھی معلوم ہو جاتا ہے اِس لئے کہ وہ ان دونوں مقداروں کا حاصلِ ضرب ہے۔ اگر پہلے خانہ کو حلقہ سے باہر کرکے ایک دوسرا خانہ شریک کیا جائے جس کا

محرکۂ برق پہلے کے محرکۂ برق سے مختلف ہو، تو اِس خانہ میں سے کوئی رَو نہ بہنے کے لئے دئے ہوئے تار سے واصل تاروں کے تماس کے نقطوں کا درمیانی فاصلہ جُداگانہ ہوگا۔ اور اگر ان دونوں تجربوں میں دئے ہوئے تار پر سے گزرنے والی رَو کی مقدار ایک ہی رہے تو ان میں تماس کے نقطوں کے مابین تار کے جو طول علٰحدہ علٰحدہ مشخص ہونگے اُن کو ایک دوسرے سے وہی نسبت ہوگی جو ان خانوں کے برق کے محرکوں کو ہوگی۔

مشق

پلاٹینائڈ کا ایک باریک تار (ا ب) ایک درجہ دار پیمانہ کے بازو سے تانا جاتا ہے، اور اُس کے سرے ایک ڈاٹ کنجی (ک ا) کے ذریعہ سے ایک برقی ذخیرہ خانہ (ج) کے سروں سے (شکل ۷۷) ملادئے جاتے ہیں۔

شکل ۷۷

تجربہ میں اِس بات کا ضرور خیال رہے کہ تار (۲ ب) کی مزاحمت کافی بڑی ہو، تاکہ ذخیرہ سے ضرورت سے زیادہ بڑی رَو نہ بہنے پائے، ورنہ ذخیرہ بہت جلد کمزور ہو جائے گا۔ کنجی (ک) میں ڈاٹ صرف عین مشاہدہ کے وقت رکھا جائے۔

لکلانشے کا جو خانہ (د) امتحان کے لئے لایا گیا ہے، ایک اچل برقی رَو پیما (ز) کے ساتھ اِس طرح ہم سلسلہ رکھا جاتا ہے کہ خانہ کا منفی قطب (یعنے جست والا سرا)، تار (ھ) اور ایک پہلوان تماس کے آلہ کے ذریعہ تار (۲ ب) کے اُس سرے سے ملایا جاسکے جو ذخیرہ خانہ کے منفی قطب (جو علی العموم امتیاز کی غرض سے سیاہ رنگا ہوا ہوتا ہے) سے موصل ہے، یا اگر مناسب سمجھا جائے تو (۲ ب) کے کسی اور نقطہ سے ملایا جا سکے۔ تار (و) بھی، جو برقی رَو پیما سے موصل ہے، تار (۲ ب) کے ساتھ ایک دوسرے پہلوان تماس، کے ساتھ ملایا جاسکتا ہے (ھ) کو تار (۲ ب) کے ایک سرے سے ملاؤ اور اُس تار پر ایک ایسا نقطہ دریافت کرو کہ جب (و) اُس کو چھوتا ہے تو رَو پیما کی سوئی منصرف نہیں ہوتی ہے۔ اِس نقطہ کا مقام پیمانہ پر دیکھ لو۔ اب (ھ) کو (۲ ب) کے نشان ۱۰ والے نقطہ سے

ملاؤ، اور یہی مشاہدہ دوہراؤ۔ اسی طرح (ھ) کو تار (اب) کے نشان ۲۰، ۳۰ وغیرہ سے ملاتے جاؤ یہاں تک کہ (ھ) تار کے دوسرے سرے کے قریب پہنچ جائے۔ اب بجائے لکلانشے کے ایک ڈانیل کا خانہ حلقہ میں شریک کرو۔ اور سارے مشاہدات شروع سے آخر تک دوہراؤ۔ اس کے بعد ڈانیل کے خانہ کو نکال کر دوبارہ لکلانشے کے خانہ کو حلقہ میں جوڑو، اور تمام مشاہدات دوہراؤ۔

لکلانشے کا خانہ دوبارہ شریک حلقہ کرنے کی یہ وجہ ہے کہ اگر دوران تجربہ ذخیرہ خانہ کی برقی رو میں کوئی انحطاط واقع ہوا ہو تو اس سے جو خطا پیدا ہوتی رفع ہو جائے۔ نقطہ (ھ) کو قوۃ پیما کے تار (اب) پر ایک مقام سے ہٹا کر دوسرے مقام پر رکھنے سے یہ فائدہ ہے کہ تار اگر ایک سرے سے لے کر دوسرے سرے تک یکساں نہ ہو (یعنی ایک ہی تراش عمودی وغیرہ کا نہ ہو، تو چونکہ ہم فرض کرتے ہیں کہ اس کے کسی دو نقطوں کے بیچ کی مزاحمت، ان دو نقطوں کے درمیانی فاصلہ کے ساتھ راست نسبت رکھتی ہے، اور یہ مفروضہ صرف اسی صورت میں صحیح ہوتا ہے جبکہ تار یکساں ہوتا ہے، تجربہ کے نتیجہ میں جو خطا داخل ہوتی اب

اُس کا اندیشہ باقی نہیں رہا۔
مشاہدات حسب ذیل طریقہ پر تحریر ہوں :۔
تار نشان ( )۔ برقی ذخیرہ خانہ نشان ( )۔ مقناطیسی برقی رو پیما نشان ( )

خانہ	(ھ) کا مقام جو پڑھا گیا۔	(د) کا مقام جو پڑھا گیا۔	تفاوت	اوسط۔
لکلانشے نشان (۲)	۰ سم	۷۰٫۲ سم	۷۰٫۲ سم	
	۱۰ "	۷۹٫۸ "	۶۹٫۸ "	
	۲۰ "	۹۰٫۱ "	۷۰٫۱ "	
	۳۰ "	۹۹٫۹ "	۶۹٫۹ "	۷۰٫۰
ڈانیل نشان ( )	۰ سم	۵۵٫۰ سم	۵۵٫۰ سم	
	۱۰ "	۶۴٫۸ "	۵۴٫۸ "	
	۲۰ "	۷۵٫۱ "	۵۵٫۱ "	
	۳۰ "	۸۳٫۹ "	۵۳٫۹ "	
	۴۰ "	۹۲٫۸ "	۵۲٫۸ "	۵۴٫۳
لکلانشے نشان (۲)	۰ سم	۷۱٫۰ سم	۷۱٫۰ سم	
	۱۰ "	۸۰٫۸ "	۷۰٫۸ "	
	۲۰ "	۹۱٫۰ "	۷۱٫۰ "	
	۳۰ "	۱۰۰٫۷ "	۷۰٫۷ "	۷۰٫۹

پس (لکلانشے کا محرکۂ برق) / (ڈانیل کا محرکہ برق) = ۷۰٫۴ / ۵۴٫۳ = ۱٫۲۹

جست اور تانبے کی تختیوں اور آب آمیز سلفیورک ایسڈ کا ایک سادہ خانہ لو اور اُس کے ساتھ بھی یہی مشاہدہ کرو - اِس کے بعد پھر اُسی لکلانشے والے خانہ سے مشاہدہ کرو - اور اِن سب مشاہدوں کو اوپر کی مثال کی طرح لکھ کر نتائج ماخوذ کرو - دیکھو اس سادہ خانہ کا 'م - ب' یعنے محرکہ برق جلد گھٹ جائیگا -

فصل چہل و یکم

"برق پاشیدوں" میں سے برقی رؤں کا گزرنا

ضروری آلات ایک پانی کا ، کیمیائی برق پیما - برقی ذخیرہ خانے - اور ایک مماسی مقناطیسی رَو پیما -

بعض مائعات میں سے جب برقی رَو ایسے 'برقیروں' کے درمیان گزرتی ہے جن پر اُن مائعات کا کوئی کیمیائی اثر نہیں ہوتا ، تو اِن مائعوں کی 'دو اجزائے ترکیبی میں تحلیل ہوتی ہے ، ایک جزو ایک برقیرہ کے پاس نمودار ہوتا ہے اور دوسرا دوسرے کے پاس - ایسے مائعات برق پاشیدے کہلاتے ہیں-تحلیل سے جو جزو پیدا ہوتے ہیں اُن کی مقداروں کو برق کی مقدار سے جو مائع میں سے گزر رہی ہو راست نسبت ہوتی ہے - برق اور اجزائے ترکیبی کی مقداروں کا باہمی تعلق 'فاراڈے' نے سب سے پہلے دریافت کیا تھا اس لئے وہ فاراڈے کے برق پاشی کے پہلے کلیئے کے

نام سے مشہور ہے۔ اگر کوئی برقی رَو (ر) کسی برق پاشیدے میں سے (ث) ثانیہ تک بہے تو اِس مدت میں برق کی جو مقدار بہی ہے (رث) ہوگی۔ اور اگر اُس برق پاشیدے کے (ک) گرام کی تحلیل ہوئی ہے تو

ک = م ر ث

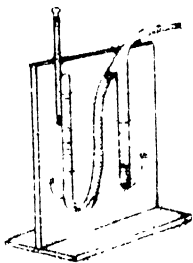
جہاں (م) سے مراد ایک مستقل ہے جس کی قیمت اُس مائع کی نوعیت کے تابع ہے۔

مشق

اِس مشق میں جس برق پاشیدے کی تحلیل ہوگی معمولی پانی ہے، لیکن اِس میں برق پاشیدے کے خواص (یعنے برق پاشیدگی) آنے کے لئے اُس میں تھوڑا سا ترشہ (ایسڈ) ملا دیا جائے گا۔ یہ پانی ایک ∨ کی شکل کی شیشے کی نلی میں ڈالا جاتا ہے۔ نلی میں پلاٹینم کے دو "برقی رہ" لگا دئے جاتے ہیں۔ اُن کے ذریعہ سے برقی رَو پانی میں داخل ہوکر باہر نکل آئیگی۔ ایک برقیرہ کے ذریعہ جو گیس مائع میں اوپر چڑھیگی نلی کے بند پہلو میں جمع ہو جائیگی۔ اُس کا حجم، یا تو خود نلی پر اگر درجہ بندی ہوئی ہے تو

اُس کے نشانوں سے معلوم ہو جائیگا، یا جس ٹیکن کے سہارے نلی کھڑی ہوگی اُس پر درجہ بندی کر کے معلوم کر لے سکتے ہیں - ایسے آلہ کو ہم پانی کا "کیمیائی برق پیما" کہینگے دیکھو شکل (۷۸)

اِس بات کو ثابت کرنے کے لئے کہ رَو کے گزرنے سے جس مقدار میں گیس بنتی ہے اُس کو برقی رَو کی مقدار اور اُس کے بہنے کی مدت کے حاصل ضرب سے راست نسبت ہوتی ہے، ہم حسب ذیل عمل کرینگے :-

کیمیائی برق پیما کو ٹیڑھا کر کے اُس کی بند نلی کو پورا اور بیچ والی نلی کو اُس کے سرے تک، آب آمیز ترشہ سے بھر دو اس کے بعد اِس برق پیما کو دو برقی ذخیرہ خانوں، ایک ڈاٹ کنجی، ایک مماسی مقناطیسی برقی رَو پیما اور ایک دو اوم والے مزاحمت کے لچھے کے ساتھ ہم سلسلہ، کرو - ڈاٹ کنجی اِس غرض سے شریک حلقہ کی جاتی ہے کہ جس وقت چاہے برقی رو جاری ہو جائے یا موقوف ہو جائے - چونکہ نلی کے بند پہلو میں ہیڈروجن گیس جمع کرنا مقصود ہے اِس لئے اُس کے پلاٹینم کے ورق کو ذخیرہ خانے کے

شکل ۷۸

منفی (یعنے سیاہ رنگ کے) سرے سے ملادو۔ مقناطیسی برقی رو پیما کے "صفر کے نشان" پڑھ لو۔ کنجی میں ڈاٹ لگا دو، دیکھو آیا مقناطیسی رو پیما کی سوئی واضح انصراف بتاتی ہے، اور گیس کی پیدائش کی شرح اتنی ہے کہ نلی کا ایک سنتی میتر طول اُس سے ایک یا دو دقیقہ میں بھر جاتا ہے۔ اگر ایسا نہ ہو تو حلقہ کی مزاحمت حسب ضرورت گھٹا بڑھا کر اُس کو حالت مقصود پر لے آؤ۔

جب گیس، شیشے کی نلی کے ا سنتی میتر والے نشان پر پہنچے، کیا وقت ہے دیکھ لو۔ جسوقت گیس ۱،۵ سنتی میتر والے نشان پر پہنچتی ہے، مقناطیسی برقی رو پیما کی سوئی کا انصراف پڑھو۔ اسی طرح گیس جب نلی کے دوسرے سنتی میتر تک آجائے وقت معلوم کرو۔ بعد ازاں رو پیما کی سوئی کا انصراف دیکھو۔ پھر گیس نلی کے تیسرے سنتی میتر پر آنے کا وقت معلوم کرو بعد سوئی کا انصراف دیکھو اور آخر میں گیس جب چوتھے سنتی میتر پر آئے وقت لکھ لو۔

رو پیما کے انصراف کے زاویوں کے مماس نکالو۔ ہر ایک مماس کو، برقی رو کے بہنے سے، ایک ایک سنتی میتر گیس کے نکلنے کے لئے جسقدر مدت صرف ہوئی ہو، اُس میں ترتیب وار ضرب دو۔ دیکھو

حاصلِ ضرب سب تقریباً مساوی ہیں۔

[نوٹ۔ اِن تجربوں میں، نلی کے دونوں پہلوؤں میں مائع کی سطح ایک نہ ہونے سے جو خطا پیدا ہوگی، اُس کو نظر انداز کردیا گیا ہے۔]

نلی کو جھکاکر از سرِ نو اُس کے بند پہلو کو آب آمیز ترشہ سے بھردو۔ برقی حلقہ کی مزاحمت تبدیل کرکے رَو کی مقدار بدلدو، اور اِن مشاہدوں کو دوہراؤ۔ دیکھو اِس مرتبہ بھی، انصراف کے زاویوں کے مماسوں کو، گیس کے ایک سنتی میتر بڑھنے کی مدت میں ضرب دینے سے حاصل ضرب وہی نکل آئیگا جو پہلے تجربہ میں آیا تھا۔

ان مشاہدوں کو اِس طرح لکھو:۔

نلی نشان (   ) مقناطیسی رَو پیما نشان (   )

کیفیت متعلق ہیڈروجن کے جو جمع ہوئی

مکعب سنتی میتر	وقت (ساعت دقیقہ ثانیہ)	مدت ثانیوں میں	انصراف	مماس زاویہ انصراف	وقت × مماس
۱٫۰	۱۱ ۱۵ ۵				
۲٫۰	۱۶ ۱۷	۷۲	°۲۷٫۵	۰٫۵۲	۳۷٫۴
۳٫۰	۱۷ ۳۰	۷۳	۲۷٫۵	۰٫۵۳	۳۸٫۰
۴٫۰	۱۸ ۴۰	۷۰	۲۸٫۰	۰٫۵۳	۳۷٫۱

گیس کی تپش ۱۸° مئی - بار پیما پر بار ۲ء۵ء۷ سم۔
اسی طرح دوسرے مشاہدے بھی لکھے جائیں۔

نلی کے بند پہلو میں جو گیس جمع ہوتی ہے اگر اُس کی نوعیت معلوم ہو تو اِس تجربہ کی مدد سے مقناطیسی برقی رَو پیما کے "مستقل" کی تعیین ہوسکتی ہے - یعنے وہ عدد معلوم ہوسکتا ہے جس میں انحراف کے زاویوں کے مماسوں کو ضرب دینے سے رَو کی قیمت اَمپیروں میں نکل آتی ہے۔

فرض کرو اِس تجربہ میں ہَیڈروجن گیس جمع ہوئی ہے - چونکہ ایک اَمپیر کی رَو ایک ثانیہ تک بہنے سے پارے کے ۷۶ سنتی میتر دباؤ اور ۱۸ مئی تپش کی حالت میں ہیڈروجن گیس بمقدار ۱۱۸ء مکعب سنتی میتر حجم خارج ہوتی ہے، اور اِس تجربہ سے ہمیں یہ معلوم ہوگیا ہے کہ ایک مقررہ مدت میں کس حجم کی گیس بنی ہے، تو واضح ہے کہ جو برقی رَو بہی ہے اُس کی مقدار دریافت ہوجاتی ہے۔ رَو پیما کے "مستقل" سے مراد فی الحقیقت وہ رَو ہے جو رَو پیما میں گزر کر اُس کی سوئی کا ۴۵ درجہ انحراف کردیتی (کیونکہ مس ‹۴۵° = ۱) - پس رَو کی قیمت کو زاویہ انحراف کے مماس پر تقسیم کرنے سے "مستقل" کی قیمت حاصل ہوجائیگی۔ حسابی عمل

اس طور پر لکھ کر قیمت نکالی جائے :-
(مدت × مماس زاویہ انصراف) کی اوسط قیمت = ۳۷٫۵
جمع شدہ گیس کا حجم ۷۵٫۲ سم پارے کے دباؤ پر = ۱٫۰ مکعب سنتی میٹر
اِسی " ۷۶ سم " " = (۷۵٫۲ / ۷۶) × ۱٫۰ ہوگا

پس رَو پیما کا مستقل = (۷۵٫۲ / ۷۶) (۱ / (۰٫۱۱۸ × ۳۷٫۵)) = ۰٫۲۲۳

(چونکہ اِس مستقل کو زاویۂ انصراف کے مماس میں ضرب دینے سے رَو کی قیمت امپیروں میں برآمد ہوتی ہے اس لئے اِس مستقل کو ۰٫۲۲۳ امپیر کہنا زیادہ مناسب ہوگا - مترجم)

[تنبیہ منجانب مترجم - اوپر جو حسابی عمل بتایا گیا ہے اِس میں چند اہم خطائیں نظر انداز کی گئی ہیں - چونکہ اِس ملک میں، معمولی پانی کی تپش °۱۸ مئی سے کہیں زیادہ ہوتی ہے اور جس وضع کی شیشے کی نلی کا استعمال بتایا گیا ہے وہ کمیاب ہوتی ہے اِس لئے ہم اب "ہوفمان" والے کیمیائی برق پیما یا پانی کی برق پاشی کا معمولی سادہ آلہ استعمال کرکے سارے اہم خطاؤں کی تصیح کا طریقہ سمجھاتے ہیں :-

برق پاشی کے معمولی آلے میں دو پلاطینم کے ورق (برقیرہ) شیشے کے ایک ظرف کی تہ میں سے اوپر کو نکل آتے ہیں - اِن پر ایک ایک شیشے کی نلی

(معمولی امتحانی نلی کے مشابہ) آب آمیز ترشہ سے بھر کر الٹا کر رکھدی جاتی ہے۔ ظرف میں بھی وہی مائع ہوتا ہے لیکن نلیوں کی بند سطح سے ظرف کے مائع کی سطح نیچی ہوتی ہے۔ فرض کرو پیشتر سے نلی کے اکائی طول کا حجم (ح) م سم ناپ لیا گیا ہے۔ اور تجربہ میں نلی کے طول کے (ع) سم گیس سے بھر گئے۔ نلی کے اندر اور باہر مائع کی سطحوں کی بلندیوں میں (ل) سم کا تفاوت ہے۔

اگر بار پیما کی بلندی (ب) ہے اور مائع یا گیس کی تپش (ت) درجہ مئی تو گیس پر دباؤ

$$\left(ب \pm \frac{ع}{۱۳٫۵} - د \right)$$ پارے کے سنتی میتر کے برابر

ہوگا۔ اگر ہوفمان والے کیمیائی برق پیما سے تجربہ کیا جا رہا ہے تو اِس جملہ کی دوسری رقم کی علامت مثبت لی جائیگی اور اگر دوسری وضع کا آلہ ہے تو علامت منفی ہوگی۔ ۱۳٫۵ پارے کی تقریبی کثافت اضافی ہے۔ اور چونکہ ہیڈروجن پانی کے اوپر جمع ہوئی ہے اِس لئے اُس کے ساتھ پانی کا بخار بھی شریک ہے۔ اور (د) اِس بخار کا تپش (ت)° مئی پر بیشترین دباؤ سنتی میتروں میں ناپا جائیگا۔

پس جمع شدہ ہیڈروجن کا حجم صفر درجہ

مئی اور ۷۶ سم دباؤ پر

$$\text{ع ح}\left(\frac{۲۷۳}{۲۷۳+\text{ت}}\right)\times\frac{\text{ب}\pm\frac{\text{ل}}{۱۳٫۵}-\text{د}}{۷۶}$$ مکعب سنتی یتر ہوگا

چونکہ ہیڈروجن کے ایک مکعب سنتی یتر کی کمیّت صفر درجہ مئی اور ۷۶ سم پارے کے دباؤ پر ۰٫۰۰۰۰۸۹۶ گرام ہے

لہذا جمع شدہ گیس کی کمیت $$۰٫۰۰۰۰۸۹۶\ \text{ع ح}\ \frac{۲۷۳\left(\text{ب}\pm\frac{\text{ل}}{۱۳٫۵}-\text{د}\right)}{۷۶\left(\text{ت}+۲۷۳\right)}$$ گرام ہوگی

اگر (ر) امپیر اوسط برقی رَو (ذ) ثانیہ تک مائع میں سے گزری ہے تو۔

جمع شدہ گیس کی کمیت = ر ذ ی

جہاں (ی) سے مراد گیس کا برقی کیمیائی معادل ہے (یعنے وہ کمیت جو ایک امپیر کی رَو کے ایک ثانیہ تک بہنے سے مائع میں سے خارج ہوتی ہے)

معہذا ر = م مس ∠ نْ

جہاں (م) رَو پیما کا مستقل اور (نْ) زاویہ انصراف ہے

پس $$\text{م}=\frac{۰٫۰۰۰۰۸۹۶\ \text{ع ح}}{\text{ذ ی مس}\ \angle\ \text{نْ}}\times\frac{۲۷۳\left(\text{ب}\pm\frac{\text{ل}}{۱۳٫۵}-\text{د}\right)}{۷۶\left(\text{ت}+۲۷۳\right)}$$ امپیر

برقی بارین

فصل چہل و دوم

برقانا

سامان جسکی ضرورت ہوگی｜ شیشے اور آبنوسے کی سلاخیں۔ رگڑنے کی چیزیں ۔ برق نما۔ برق بردار مجوزہ کرے اور ظرف۔

اس مشق کو شروع کرنے سے پہلے طلباء کو چاہئے اُن کی درسی کتابوں میں برقی جذب و دفع کے متعلق

جو ابتدائی کُلیئے سمجھائے گئے ہیں اُن سے اچھی طرح واقف ہو جائیں۔

جس ترتیب سے اِس فصل میں تجربے لکھے گئے ہیں اُسی ترتیب سے عمل ہونا چاہئیے۔ دَوران تجربہ برقی باروں کی ترتیب میں جو جو تغیرات وقتاً فوقتاً وقوع میں آتے ہیں، اُن کو شکلوں کے ذریعہ سے اپنی مشقی بیاض میں ظاہر کرنا چاہئیے۔ اور جو جو اُمور مشاہدہ ہوتے ہیں اُن کے وجوہ بھی سمجھانا چاہئیے۔

تجربہ سے پہلے ضرور ہے کہ شیشے اور آبنوس کی سلاخوں اور رگڑنے کے اشیاء کو خشک کرلیا جائے۔

(۱) رگڑ یا فرک کے ذریعہ سے برقانا۔

(ا) شیشے کی ایک سلاخ کو ریشم کے کپڑے سے رگڑو۔ اور اُس کو کاغذ کے چھوٹے چھوٹے (خشک کئے ہوئے) ٹکڑوں کے قریب لیجاؤ، جو بنچ پر (یا ایک چینی کے ظرف میں) انبار کی شکل میں رکھے ہوئے ہوں۔ ٹکڑے اُڑکر سلاخ سے آملینگے جس سے واضح ہوگا کہ سلاخ برقائی گئی ہے۔

(ب) ایک آبنوس سے یا لاکھ کی سلاخ کو فلالین سے رگڑو اور بتاؤ کہ وہ بھی برقائی ہوئی ہوتی ہے۔

(ج) ایک برقائی ہوئی شیشے کی سلاخ کو دیئے ہوئے

ریشم کے ریشہ سے افقی وضع میں لٹکاؤ - اور بتاؤ کہ ایک دوسری اسی طرح برقائی ہوئی سلاخ اُس کو "دفع" کرتی ہے - اِسی طرح دو ایک ہی طریقہ سے برقائی ہوئی آبنوسے کی سلاخیں ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں -

(د) بتاؤ کہ ایک برقائی ہوئی آبنوسے کی سلاخ ایک برقائی ہوئی شیشے کی سلاخ کو، بہ نسبت ایک نہ برقائی ہوئی آبنوسے کی سلاخ کے، زیادہ جذب کرتی ہے -

(۲) برق نما

دیئے ہوئے برق نما پر ایک فلزی غلاف چڑھایا گیا ہے (دیکھو شکل ۷۹) تاکہ اُس کے اوراق پر (یا جیسا کہ بعضوں میں ایک ہی ورق ایک تختی کے سامنے آویزان ہوتا ہے۔ اُس کے اس ورق پر) اطراف و اکناف کے برقائے ہوئے اجسام کا حتی الامکان کم اثر ہو -

شکل ۷۹

(۱) اِس برق نما کے سرے پر کی مدّور تختی یا قرص کو ایک برقائے ہوئے شیشے کی سلاخ (کے مختلف حصّوں) سے (جا بجا) چھوکر برقاؤ۔

(ب) ایک برقائی ہوئی شیشے کی سلاخ تختی کے قریب لاؤ مگر اس کو تختی کو چھونے نہ دو۔ پھر اُس کو دُور ہٹا لو۔ جو کچھ وقوع میں آتا ہے بیان کرو۔

(ج) شدت سے برقائی ہوئی ایک آبنوسے کی سلاخ برق نما کے پاس لیجاؤ۔ اگر برق نما کو پہلے سے جو برقی بار دیا گیا تھا بہت ہی زیادہ نہ تھا تو اُس کے اوراق پہلے مِل جائنگے بعد ازاں کُھل جائنگے۔ آبنوسے کو دور ہٹا لو اور برق نما کی تختی کو ہاتھ سے چھوکر اُس کا بار خارج کردو۔

(د) اَب ایک برقائی ہوئی شیشے کی سلاخ اس بار خارج کئے ہوئے برق نما کی تختی کے قریب لیجاؤ (مگر اُس کو چھونے ندو) ایک آن کے لئے تختی کو ہاتھ سے چھوؤ اور پھر شیشے کی سلاخ کو ہٹا لو۔ دیکھو برق نما کے ورق کھل جاتے ہیں۔ اس کی کیا وجہ ہے بیان کرو۔ ایسی صورت میں کہا جاتا ہے کہ برق نما ”امالہ“ کے ذریعہ سے بار کیا گیا۔

(ہ) ایک برقائی ہوئی شیشے کی سلاخ برق نما کی تختی کے پاس لیجاؤ۔ ورق پہلے مِل جائینگے اور پھر

کھل جائینگے - اب ایک برقائی ہوئی آبنوسے کی سلاخ تختی کے پاس لیجاؤ - دیکھو ورق اور زیادہ کھل جاتے ہیں -

اِن مشاہدات کا (ب) اور (ج) کے مشاہدوں سے مقابلہ کرو اور اختلاف کی وجہ بتاؤ -

(۳) برق بردار

(ا) برق نما کو [(۲۲) والے تجربہ کی طرح] ایک برقائی ہوئی شیشے کی سلاخ سے چھوکر "بارکرو" -

(ب) برق بردار کی آبنوسے کی مدوّر تختی (شکل ۸۰) کو فلالین سے رگڑ کر برقاؤ - اُس کے اُوپر شیشے کا حاجز دستہ پکڑ کر پیتل کی تختی رکھدو ، اور ایک آن کیلئے اُس کو انگلی سے چھوٶ - پھر اُسی حاجز دستہ کے ذریعہ سے آبنوسے پر سے اٹھا لو -

شکل ۸۰

(ج) برق بردار کی پیتل کی تختی کو برق نما کی تختی کے نزدیک لیجاؤ - دیکھو برق نما کے ورق اور زیادہ کھل جاتے ہیں -

اگر آبنوسے کی تختی برق نما کی تختی کی پاس لائی جائے

تو ورق پہلے مل جائینگے اور بعد کھلینگے - اِن نتیجوں کے وجوہ بتاؤ -

(۴) "اُماله"

(۳) دو، بار سے خالی، مجوز، پیتّل کے لٹوؤں کو تماس کی حالت میں کھڑا کرو - برق بردار کی بار کی ہوئی (پیتل کی) تختی کو ان لٹوؤں میں سے ایک لٹو کے نزدیک لیجاؤ - اور ان کو ہاتھ سے چھوئے بغیر، ایک کو دوسرے سے علحدہ کرو - علحدہ کرتے وقت برقائی ہوئی تختی قریب ہی رہنی چاہئیے - اب اُن کو یکے بعد دیگرے برقائے ہوئے برق نما کی تختی کے قریب لیجاکر بتاؤ کہ اُن پر مخالف قسم کے بار پیدا ہوے ہیں -

(ب) لٹوؤں کو ملا دو اور اس کے بعد بتاؤ کہ اسکے بعد ان میں سے کسی کا بھی برق نما پر کوئی اثر نہیں پایا جاتا -

(ج) برق نما سے بار خارج کردو، اور برافین کے ایک کندے پر دیا ہوا ظرف رکھو اور ایک باریک تار کے ذریعہ سے اُس کو برق نما کی تختی سے ملا دو - اگر برق نما کی تختی کو اوراق سے ملانے والی سلاخ آلہ میں مضبوط جمی ہوی ہے تو ظرف کو کندہ پر رکھنے کی ضرورت نہیں، راست تختی ہی پر رکھا جا سکتا ہے -

(۵) برق بردار کو بار کرو اور اُس کی تختی کو آہستہ ظرف کے اندر لیجاؤ۔ [یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ ظرف کافی کشادہ ہے۔ چونکہ اکثر برق برداروں کی تختی بہت وسیع ہوتی ہے اس لئے پیتل کے ایک کُرے کو ریشم کے ڈورے سے لٹکا کر، برق بردار کی تختی سے جبکہ وہ آلہ کے آبنوسے کی تختی سے دور ہٹا لی گئی ہو چھو لیا جائے اور پھر اُس کو آہستہ آہستہ ظرف کے اندر داخل کیا جائے۔ مترجم]۔ برق نما کے ورق کھل کر ایک دوسرے سے زیادہ ہٹتے ہیں جب تختی ظرف کے اندر بخوبی داخل ہو جاتی ہے تو اُن کی وضع میں کچھ فرق نہیں آتا (یعنے اُن کے ایک دوسرے سے ہٹنے سے آپس میں جو زاویہ بنتا ہے، اس میں کچھ زیادتی نہیں محسوس ہوتی) اُسوقت بھی جبکہ تختی (یا کرہ) ظرف کی تہ کو چھو لے۔ اگر تختی (یا کرہ) دور ہٹا لی جائے اور اسی طرح برق بردار کی آبنوسے کی تختی، ریشمی ڈوریوں سے لٹکا کر ظرف کے اندر داخل کیجائے [یہ اسی صورت میں ممکن ہے جبکہ برق بردار کی تختیاں زیادہ وسیع نہیں ہیں یا ظرف کافی کشادہ ہے۔ م] تو برق نما کے ورق پہلے کی طرح کھل جائینگے۔

(۵) برق بردار کو بار کرو۔ لیکن اُس کی پیتل کی

تختی کو آنبوسے سے لگی ہوئی رہنے دو اور دونوں کو اس حالت میں مجوزہ ظرف کے اندر داخل کرو۔ برق نما پر کوئی اثر نمودار نہ ہوگا جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ اگرچہ آنبوسے اور پیتل کی تختیاں دونوں علیحدہ علیحدہ برقائی ہوئی ہیں، ملکر ان دونوں کا اثر ان کے باہر کی چیزوں پر صفر ہو جاتا ہے یعنے بیرونی عمل کے اعتبار سے ایک بار دوسرے بار کو بے تاثیر کر دیتا ہے۔ چونکہ برق کی مختلف قسمیں ایک دوسرے کو بے تاثیر کرتی ہیں اس لئے ایک قسم "مثبت" کہلاتی ہے اور دوسری "منفی"۔ شیشہ جب ریشم سے رگڑا جاتا ہے تو کہا جاتا ہے اُس کو مثبت برق سے بار کیا گیا اور آنبوسہ جب فلالین سے رگڑا جاتا ہے تو کہا جاتا ہے اُس کو منفی برق سے بار کیا گیا۔

جب رگڑنے سے برق کی "پیدائش" ہوتی ہے تو مثبت اور منفی برق مساوی مقداروں میں بنتے ہیں۔

اس کے ثبوت کے لئے ایک ظرف میں ایک اُس سے چھوٹا ظرف رکھا جاتا ہے، جس میں آنبوسے کی ایک سلاخ کو گھما کر بلّی کے پوستیں سے رگڑا جاسکتا ہے۔ بیرونی ظرف برق نما کی تختی سے ملا دیا جائے آنبوسے کو گھمانے سے رگڑ کی وجہ سے برق پیدا

ہوگی لیکن جب تک آبنوسے کی سلاخ اندرونی ظرف
میں ہوگی۔ برق نما کے ورق ملے ہوئے رہینگے۔ جب
سلاخ باہر نکال لی جائیگی۔ اور اُس کے ساتھ اُسکے
اوپر کا منفی بار بھی باہر آجائیگا، ورق کھل جائینگے۔
[تنبیہ منجانب مترجم۔ (۲۲) اور (۲۳) میں قوسین
میں مترجم کی طرف سے جو عبارت لکھی گئی ہے طالبعلم
کو چاہئیے اُس کی اہمیت سمجھ کر اُس پر بخوبی کاربند
ہو۔ ورنہ احتمال ہے کہ نتائج خلاف توقع برآمد ہوں۔]

فصل چہل و سوم

برقی قوۃ اور گنجائش

ضروری سامان	برق نما - مجوز فلزی تختیاں اور شیشے کی تختی -

ان تجربوں کو شروع کرنے سے پہلے طلباء کو چاہئے قوّہ اور گنجائش کے متعلق کسی درسی کتاب میں بیان پڑھ کر سمجھ لیں -

(۱) قوّہ

برق پیما کے اوراق جب کھل جاتے ہیں تو اُن کا درمیانی زاویہ (زاویۂ انفراج) اوراق اور اُن کے گرد کے فلزّی غلاف میں جو تفاوت قوّہ ہوگا اُس کے تابع ہوتا ہے -

برق نما کو ایک حاجز ٹیکن (مثلاً برافین کے ایک

لندے) پر رکھو اُس کی تختی اور غلاف دونوں کو ملاؤ اور تختی کو برق بردار کی برقائی ہوئی تختی سے کئی بار چھوا کر "بار کرو"۔ اگرچہ اس عمل سے برق نما کو کثیر مقدار میں برقی بار دیا جاتا ہے اُس کے ورق ذرا بھی نہیں کھلتے۔

تختی کو غلاف کے ساتھ جس 'واصل' کے ذریعہ ملایا گیا تھا اب اُس کو ہٹا کر 'وصل' توڑدو۔ اور دونوں کو چھو کر اُن کا بار پورا خارج کردو۔

اب غلاف کو برق سے، برق بردار کی تختی کے ذریعہ سے بار کئے جاؤ دیکھو ورق کھل جاتے ہیں۔ جب ورق صرف ذرا سا کھلے ہوں غلاف کا برقانا موقوف کرکے برق نما کی تختی کو ہاتھ سے چھُو۔ دیکھو ورق پیشتر سے زیادہ کھل جاتے ہیں باوجودیکہ ہاتھ تختی سے لگا ہوا ہے۔ شکل کھینچکر اِن کی توجیہ کرو۔

ہاتھ تختی سے ہٹا لو اور غلاف کو چھو کر اُس کا بار خارج کردو۔ دیکھو ورق ایک دوسرے سے ذرا نزدیک ہوجاتے ہیں (یعنے اُن کا زاویہ انفراج گھٹ جاتا ہے)۔ اب تختی کو چھو کر، اُن کا بار بالکلیّہ خارج کردو۔

ایک اُلٹا فلزّی ظرف برق نما کے غلاف کے سرے پر رکھو تاکہ برق نما کی تختی فلزہ سے تقریباً پوری ڈھپ جائے۔ برق نما کے ساتھ ابھی جو تجربے کئے گئے تھے

اُن کو دوہراؤ - دیکھو اس حالت میں غلاف کو بہت کثیر مقدار میں بار دیا جا سکتا ہے تاہم برق نما کے ورق منفرج نہیں ہوتے - اس کی وجہ بتاؤ -

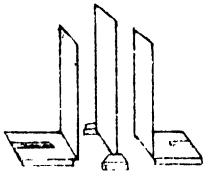
برق نما کے غلاف اور ظرف کو چھو کر اُن کے بار خارج کردو - ظرف کو تختی پر سے اٹھا لو اور تختی کو برق بردار کی برقائی ہوئی تختی سے چھو کر طلائی اوراق کو تھوڑا مثبت بار دو - اگر احیاناً ضرورت سے زیادہ بار دیدیا گیا ہو تو برق نما کی تختی کو کاغذ کے ایک ٹکڑے سے چھو کر تھوڑا سا بار ترشح ہوکر خارج ہو جانے دو - اب برق بردار کی تختی کو مکرر برقا کر برق نما کی تختی کے پاس لیجاؤ دیکھو اوراق کا انفراج بڑھ جاتا ہے - پھر غلاف کو برق بردار کی تختی کے ذریعہ سے بار کرو - دیکھو جتنا زیادہ اس کو بار دیا جاتا ہے اتنا اوراق کا انفراج پہلے گھٹنے آتا ہے - صفر ہو جانے کے بعد پھر بڑھنے لگتا ہے - اِس کے بعد برق بردار کی برقائی ہوئی تختی کو برق نما کی تختی کے قریب لیجاؤ - دیکھو اوراق کا انفراج کم ہو جاتا ہے جو باتیں مشاہدہ ہوئیں، شکلیں کھینچ کر، اُن کے وجوہ بیان کرو -

غلاف کا بار خارج کرو اور برق نما کی تختی کو مکرر برقاؤ تاکہ ورق ذرا سا کھل جائیں - غلاف کو ہاتھ سے

چھو لو دیکھو اوراق کا انفراج بڑھ جاتا ہے۔ اِس کا کیا سبب ہے بیان کرو۔

(۲) خطوط قوت برقی

برق نما کی تختی کو، ایک باریک تار کے ذریعہ سے، شکل ۸۱ کی متوازی مجوزہ فلزی تختیوں میں سے ایک چھوٹی تختی سے ملاؤ۔

تقریباً ۶ سم طول کا ایک باریک تار لیکر، اُس کے ایک سرے سے، ۲ سم لمبا ایک اکھیرا روئی کا ریشہ گوند سے جما دو۔ ایسا ریشہ سوت کے ایک ڈورے کی دھجیاں کرنے سے دستیاب ہو سکتا ہے۔

شکل ۸۱

متذکرۂ بالا فلزی تختی کو برقاؤ اور تار کو اُسکے پاس اِس طرح پکڑو کہ روئی کا ریشہ تختی کو قریب قریب چھو لے۔ دیکھو ریشہ کی وضع تختی کی سطح کے ساتھ عمود وار ہوتی ہے۔ ریشہ کو تختی کے گرد، اور پھر اُس تار پر سے لیجاؤ جو تختی کو برق نما سے ملاتا ہے۔ لیکن اِسکی احتیاط رہے کہ ریشہ ان کو چھونے نہ پائے۔ دیکھو تختی

کے کناروں، اور تار کے پاس، ریشہ کی سمت کیا ہوتی ہے
تختی پر برقی بار ہونے کی وجہ سے ریشہ کے سرے پر، برقی امالہ سے، ایک مخالف بار کی پیدائش ہوتی ہے تختی کے بار کا مشابہ بار ریشہ اور تار پر سے زمین پر چلا جاتا ہے۔ ریشہ کے سرے پر جو مخالف بار پیدا ہوتا ہے تختی کا بار اُس کو اپنی طرف جذب کرتا ہے اور اس لئے ریشہ کے سرے کے پاس اُس کا طول (چونکہ چھوٹا ہوتا ہے) خطوط قوت کی سمت اختیار کرتا ہے۔

(۴) ایک برقائے ہوئے موصل کے گرد قوہ کی تبدیلی

برق نما کو حاجز ٹیکن سے اٹھا کر بنچ پر رکھو۔ اب بنچ کے ذریعہ برق نما کا غلاف زمین سے موصل ہوگا اور اِس لئے اُس کا قوہ صفر ہو جائیگا۔ پس ظاہر ہے کہ ایسی حالت میں جب اوراق منفرج ہونگے اُن کے انفراج سے اُس جسم کے قوہ کا پتہ چلیگا جو اُن سے موصل ہوگا۔ اگر یہ قوہ مثبت ہے تو برق نما کی تختی کے قریب ایک مثبت بار کو لیجانے سے انفراج بڑھ جائیگا۔ اور اگر منفی ہے تو اِس بار کے نزدیک آنے سے اوراق کا انفراج کم ہو جائیگا۔

ایک مجوز، مثبت بار سے برقائے ہوئے موصل

کا قوہ، جو دوسرے موصلوں سے بہت دور ہو، مثبت ہوتا ہے۔ اور اس موصل کے گرد ہر طرف ہوا میں قوہ گھٹتا جائیگا۔ اس کے ثابت کرنے کے لئے شکل ۱۸ کی سب سے بڑی فلزی تختی کو برق بردار کے ذریعہ سے بار کرو۔ چھوٹی دو تختیوں میں سے ایک کو برق نما سے تار سے ملاؤ، اور اُس کا حاجز دستہ پکڑ کر اس کو برقائی ہوئی تختی کے قریب لیجاؤ۔ دیکھو برق نما کے اوراق منفرج ہوتے ہیں اور جوں جوں تختیاں نزدیک ہوتی جاتی ہیں انفراج بڑھتا جاتا ہے۔ جو طریقہ اوپر سمجھایا گیا ہے اس سے بتاؤ کہ چھوٹی تختی کا قوہ مثبت ہے۔

برق بردار کے ذریعہ بڑی تختی کو منفی بار پہنچانے کے لئے، برق بردار کی فلزی تختی کو اُس کے آبنوسے کی تختی پر رکھو، اور بجائے فلزی تختی کو ہاتھ سے چھو کر اُس کا منفی بار خارج کرنے کے، اُس کو ایک آن کے لئے ایک مجہز تار کے ذریعہ سے (جو لاکھ سے بنے ہوئے ایک دستہ سے پکڑا جا سکتا ہے)، بڑی تختی سے ملادو۔ ایسا کرنے سے برق بردار کی فلزی تختی کا منفی بار اِس بڑی تختی پر آجائیگا۔ اس کے بعد برق بردار کی فلزّی تختی کو آبنوسے پر سے اٹھاکر ہاتھ سے چھو لو اور یہی عمل کئی مرتبہ دوہراؤ۔

پیشتر کی طرح، ثابت کرو کہ بڑی فلزی تختی کا قوّہ منفی ہے، اور اُس کے گرد ہر طرف ہوا میں قوّہ کا جبری ازدیاد ہوتا جاتا ہے۔

(۴) گنجائش

بڑی تختی کو برق نما سے ملاؤ، چھوٹی کو اُس سے کسیقدر دور ہٹا کر رکھو اور ہاتھ سے چھوٗو۔ اس کے بعد بڑی تختی اور برق نما کو برقاؤ۔ اس سے برق نما کے اوراق کھل جائینگے، اور اُن کے انفراج سے معلوم ہوگا کہ برق نما، اور اس سے موصل تختی کا، قوّہ کیا ہے۔ اب چھوٹی تختی کو (جس کا قوّہ چھونے سے صفر ہوگیا تھا) بڑی تختی کے قریب لیجاؤ۔ دیکھو برق نما کے اوراق کا انفراج گھٹتا جاتا ہے اور اِس لئے بڑی تختی کا قوّہ کم ہونے لگتا ہے۔ اوپر کی مشق میں ہم نے دیکھا تھا کہ اس عمل سے چھوٹی تختی کا قوہ بڑھتا ہے۔ پس دونوں تختیاں باہمدیگر متاثر ہوتی ہیں۔ چھوٹی تختی کو ہاتھ سے چھوٗو، دیکھو انفراج اور کم ہو جاتا ہے۔ اگر تختیاں ایک دوسرے سے بہت قریب ہوں تو اوراق کا انفراج گھٹا کر بہت قلیل کردیا جا سکتا ہے۔ چھوٹی تختی کو زمین سے موصل رکھ کر اوراق کا انفراج پیشتر کے

زاویہ پر لانے کے لئے بڑی تختی کو زیادہ مقدار میں بار کرنے کی ضرورت ہوتی ہے (یعنے برق بردار کی تختی کو برقا کر اُس سے متعدد مرتبہ چھونا پڑتا ہے)۔ یا اگر بڑی تختی کا بار وہی قائم رکھا جائے تو چھوٹی کو اُس سے دُور ہٹانے کی ضرورت ہوتی ہے۔ کسی موصل کے قوۃ میں، اُس کے گرد و نواح کے، زمین سے ملے ہوئے موصلوں سے، اکائی قوۃ کی زیادتی پیدا کرنے کے لئے، اُس کو برق کی جو مقدار دینا چاہیئے اس موصل کی، اُس خاص نواحی حالت میں، "وہ گنجائش" کہلاتی ہے۔ متذکرہ بالا تجربہ سے ہم نے دیکھ لیا ہے کہ موصلوں کے کسی مجموعہ کی گنجائش اُن کو ایک دوسرے سے قریب تر کرنے سے بڑھ جاتی ہے۔ چونکہ ایک مجوز تختی کے قریب جب دوسری، زمین سے ملی ہوئی تختی رکھی ہوتی ہے تو مجوز تختی کی گنجائش بہت بڑی ہو جاتی ہے، اس لئے تختیوں کے ایسے مجموعے یا نظام کو "برقی مکثفہ" کہتے ہیں۔

اگر چھوٹی تختی کو جو چھوئی گئی تھی ایک منفی برقی بار دیا جائے، تو اُس کا قوۃ منفی ہوگا۔ اور دونوں تختیوں کے درمیان ایک ایسا مقام یا موقع ہوگا جس کا قوۃ زمین کا قوۃ ہوگا، یعنے صفر ہوگا۔

برق نما کا بار خارج کرکے، چھوٹی تختیوں میں سے

ایک کو منفی بار دو، جیسا کہ اس فصل کے متذکرہ (۳) میں سمجھایا گیا ہے، اور دوسری چھوٹی تختی کو مثبت بار دو۔ اور اُن کو بڑی تختی کے مقابل طرفین پر ایک دوسرے سے ۴ سم فاصلہ پر کھڑا کرو۔ ان میں سے ایک کو، دوسروں کے متوازی رکھ کر حسب ضرورت آگے یا پیچھے ہٹاؤ یہاں تک کہ برق نما کے اوراق کا انفراج صفر ہو جائے۔ اگر باہر کی چھوٹی تختیوں کا بار مساوی ہے تو بڑی تختی، چھوٹی تختیوں سے مساوی فاصلوں پر ہونی چاہئے۔ [واضح ہو کہ چھوٹی تختیوں کی سطحیں مساوی ہیں۔م]۔ اگر ان کے بار مساوی نہیں ہیں تو بڑی تختی کم بار والی تختی سے زیادہ قریب واقع ہوگی۔

(۵) تختیوں کے درمیان برق گزار کا اثر

دونوں چھوٹی فلزی تختیوں کو ایک دوسرے کے مقابل رکھ کر اُنکے بیچ میں شیشے کی ایک تختی کو کھڑا کرو۔ ایک فلزی تختی کو ایک تار کے ذریعہ سے برق نما سے ملاؤ۔ پھر اُس کو برقاؤ اور دوسری کو ہاتھ سے چھو کر اُس کا قوۃ صفر کر دو۔ اب اُنکے بیچ میں سے شیشے کی تختی کو پُھرتی سے باہر نکال لو، دیکھو برق نما کے اوراق کا انفراج بڑھ جاتا ہے۔ بتاؤ کہ اِس تجربہ سے شیشے کا "مستقل برق گزار" ہوا کے مستقل سے زیادہ ہے۔

تتمہ

اس تتمہ میں ہم اُستادوں کے استفادہ کی غرض سے چند ہدایات درج کرتے ہیں۔ توقع کیجاتی ہے کہ طالب علم بھی اُن کو پڑھ کر اپنی معلومات بڑھائینگے۔

ہر طالب علم کے پاس دو مشقی بیاضین ہونی چاہئیں۔

(۱) جس میں دوران تجربہ مشاہدات جس ترتیب میں وقوع میں آئے اُس ترتیب میں درج کئے جائیں اور جس میں حسب ضرورت سرسری حسابی عمل بھی درج کیا جائے۔

(۲) جس میں تجربہ کے بعد پہلی بیاض سے مواد لے کر تجربہ کے حالات تفصیل وار صاف طور پر لکھے جائیں اور تجربہ کے نتائج بھی شرح و بسط کے ساتھ درج ہوں۔

مشقی بیاضوں کے علاوہ ہر طالبِ علم کو چاہئے نقشہ کشی کے آلات کا ایک ایک صندوقچہ بھی رکھے

جس میں کم از کم حسب ذیل چیزیں ہوں:- ایک ایک سیاہی اور پنسل کی کمپاس (پرکار)- ایک معمولی سادہ پرکار (فاصلے ناپنے کے لئے)- بکسی لکڑی کا انچوں اور ملی میٹرون والا ایک پیمانہ- دو قسم کے سٹ سکوائر (تکونئے) اور ایک گُنیا-
ہر آلہ پر ایک عدد کندہ کرکے یا (کاغذ پر لکھ کر کاغذ کو اس پر چسپان کرکے) نشان لگایا جائے تاکہ آلات کی نگہداشت میں سہولت ہو اور ساتھ ہی اس کے، طالب علم کے تجربوں کے نتائج سے اُس کے عمل کی نسبت صحیح رائے بھی قائم کیجا سکے۔

فصل (۱)

عینی اندازے سے طول کی تقسیم در تقسیم کرنا طلباء کے لئے مفید مشق ہے معلم کو چاہئے کاغذ پر چند سیدہے خطوط کھینچے جن کے حدود (یعنے نقطہ ابتداء و نقطہ انتہا) ممتاز ہوں اور جو ۵ مم سے لیکر ۲ سم تک لمبے ہوں- پھر اِن خطوط پر کہیں بھی، جہاں جی چاہے، واضح نشان کرکے طلباء سے اِن نشانوں کے فاصلوں کی، خطوں کے سِروں سے اندازاً عینی مشاہدہ سے، پیمائش کرائے- بعد میں باضابطہ طور پر پیمانوں سے اِن فاصلوں کو نپواکر اُن کے اندازے کی تصدیق کرائے-

فصل (۵) کسرِ پیما

ایک ہی آلہ پر (الف) اور (ب) پیمانے اور کسر پیما
بنے ہوئے ہوتے ہیں - ہر پیمانہ کے نشانوں کے بیچ میں
ایک ایک سم کا فاصلہ ہوتا ہے - پس (الف) اور (ب)
کے ساتھ جو مشاہدے کئے جائینگے اُن سے ایک دوسرے
کی صحت کا مقابلہ ہو سکے گا -
مزید مشق کی غرض سے لکڑی کے کندے کا حجم شمار
کیا جا سکتا ہے -

فصل (٦) کرویت پیما اور پیچدار پیمانہ

کرویت پیما جس کے پائوں کے بیچ میں چار چار سم کا
فاصلہ ہو، اور پیچدار پیمانہ جو ۱۵ یا ۲ سم تک ناپ سکے کافی ہونگے

فصل (۷) معیار اثر کا کلیہ

اِس مشق میں جو مدوّر تختیاں استعمال ہوتی ہیں اُن کا
قطر ۲۵ سم اگر ہو تو مناسب ہوگا- اُن کی کھونٹیاں تختیوں
کی سطح سے صرف اسقدر باہر نکل آنا چاہئے کہ اِن پہ جو
ڈوریاں لٹکائی جائینگی تختیوں کو چھو نہ سکیں -

فصل (۸) رقاص

مختلف مادّوں کے بنے ہوئے لنگروں سے تجربہ کرکے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ جاذبہ ارض (ج) کی قیمت لنگر کے مادّے کی نوعیت کے غیر تابع ہے۔

(۹) آب پیما۔(مائع پیما)

اِس غرض کے لئے جو مائع پیما سب سے زیادہ موزون پایا گیا اُس کا مجموعی وزن ۵۵ گرام ہے۔کھوکھلا اسطوانہ جس کی بدولت مائع پیما تیرتا ہے ۹ سم لمبا ہے اور اُس کا قطر ۲٫۸ سم ہے۔پتلے پیتل کی پرت سے بنایا جاسکتا ہے۔

شیشے کی اسطوانی ۳۲ سم اونچی ہونی چاہئے اور اُس کے قطر کا طول ۶ یا ۷ سم۔اس میں اسقدر مائع بھرنا چاہئیے کہ جب مائع پیما اُس میں ڈوبتا ہے تو قبل اس کے کہ اُس کا اوپر والا پلڑا اِس مائع کی سطح کو چھوئے اُس کا نیچے کا حصّہ اسطوانی کی تہ سے لگ جائے۔

طلباء کو چاہئے پلڑے میں باٹوں کو ترتیب سے رکھیں پلڑے کے ایک حصہ میں بہت زیادہ اور دوسرے میں بہت کم نہ رکھیں۔ورنہ مائع پیما مائع میں سیدھا نہ تیر سکیگا اور اسطوانی کی اندرونی سطح اور مائع پیما کے اسطوانے کی سطح ملجانے سے تولنے میں سقم واقع ہوگا۔

فصل (۱۰) میزان (۱)

یہ میزان پیتل کا ہے - اِس کے بازو کوئی ۱۵ سم لمبے ہیں اِس سے ۲۰۰ گرام تک تول سکتے ہیں - اور وہ نصف سنتی گرام تک حسّاس ہے

فصل (۱۱) میزان (۲)

مشق (۳) کے لئے بنظر سہولت ایک لکڑی کے ٹکڑے کو پگھلے ہوئے پرافین میں ڈبو کر استعمال کر سکتے ہیں -

فصل (۱۲)- بار پیما -

اکثر تجربہ خانوں میں صحیح اور قابل اعتماد بار پیما ہوتے ہیں اور ہوا کے صحیح دباؤ کے معلوم کرنے کی بارہا ضرورت پڑتی ہے اِس لئے یہ فصل لکھی گئی - اگر اچھا بار پیما مہیّا نہ ہو تو فصل (۱۵) کے ضروریات کے لئے استاد یا طالب علم خود تجربہ خانہ میں کافی صحیح بار پیما آسانی سے تیار کر لے سکتے ہیں۔

فصل (۱۳) لچک

اِس کے لئے ایک مدّور، الکائے ہوئے ربڑ کا بند، کوئی ۵ مم قطر کا، مناسب ہوگا - معمولی شش پہلو لوہے کے

باٹون کا استعمال کافی ہے۔
اگر مربعدار صفحوں کی بیاض میں تجربے لکھے جاتے ہوں تو بیاض ہی میں رسم کھینچنا مناسب ہوگا۔ ورنہ کسی کاغذ فروش سے رسم کھینچنے کا مربعدار کاغذ علیحدہ خرید لیا جا سکتا ہے۔

فصل (۱۴) بائل کا کلیہ

ربڑ کی موٹی، کافی مضبوط نلی چاہئے۔ ورنہ دباؤ بڑھانے سے نلی کا ربڑ بھی بڑھ جائیگا۔ اور شیشے کی نلیوں میں سے کسی ایک میں، ممکن ہے کہ پارہ کی سطح نیچے اتر کر نظر سے غائب ہو جائے، جس سے اس کا مقام معلوم نہ ہوسکے گا۔ پمپ کی نلی جس کے اندر کرمچ (کنوس) کا استر ہو اس کام کے لئے موزون ہوسکتی ہے۔

فصل (۱۵) نقطہ انجماد و نقطۂ جوش

کاغذ کے پیمانے والے، سستے تپش پیما جن پر شاذ ہی نصف درجہ کی خطا پائی جاتی ہے، اِس کے لئے استعمال ہوسکتے ہیں۔

فصل (۱۶) تپش پیماؤں کا مقابلہ

پانی گرم کرنے کا ظرف پیتل کا ہوتا ہے۔ اُس کا قطر

۸ سم اور عمق ۱۰ سم ہے۔ اُس کو کافی اونچی تپائی پر رکھ کر تپش کی مشعل سے گرمی پہنچائی جاتی ہے۔ [خود ظرف کی تہ میں تین پائے نصب کردیئے جا سکتے ہیں۔]

حرارت نوعی کی مشقون میں جو حرارہ پیما استعمال ہوا ہے پتلے تانبے کا بنا ہوتا ہے۔

اُس کا قطرہ ۵ سم، عمق ۹ سم اور وزن ۵۰ گرام ہے۔ اور ایک بیرونی تانبے کے برتن میں (جو ۸ سم قطر اور ۱۲ سم عمق کا ہوتا ہے) کاگ کے تین پایوں پر سہارا دے کر رکھا جاتا ہے۔

فصل (۱۷) حرارت نوعی (۱)

اِس فصل میں ایک اور مشق شریک کردی جا سکتی ہے یہ بتانے کے لئے کہ حرارہ پیما میں جب گرم پانی ڈال کر کھلا چھوڑ دیا جاتا ہے تو اُس کی تپش بتدریج گھٹتی جاتی ہے۔ حرارہ پیما کا ۲/۳ حصہ ۵۰ درجہ مئی تپش کے پانی سے بھر دیا جائے۔ ہلانی سے اُس کو اچھی طرح ہلا کر تپش پیما کے ذریعہ اُس کی تپش ہر ہر دقیقہ کو دیکھی جائے۔

فصل (۱۸) آمیزوں کا طریقہ

نلیاں ۲ اور ک پیتل کی ہیں۔ ۲ کا قطر ۲ سم اور

طول ۱۶ سم ہے اور ب کا قطر ۴ سم اور طول ۱۸ سم۔

کسی اچھے موصل حرارت کی حرارت نوعی دریافت کرنے میں اس بات کی سہولت ہوتی ہے کہ اس کی حرارت جلد دور سے حرارہ پیما کے پانی میں منتقل ہوسکتی ہے۔ پس فلزات کے باریک ٹکڑے یا چھیلن اس کے لئے بہت موزوں ہونگے لیکن مصنفان کتاب کی رائے میں بہت سی باتوں کے نظر کرلنے سنگِ مرمر سب سے بہتر ہے۔ اس ملک میں گار کے سنگ ریزے بہ کثرت ملتے ہیں ان پر تجربہ کیا جا سکتا ہے۔

مزید مشق کی غرض سے، معلوم حرارت نوعی کی ایک ٹھوس چیز کو گرم کرکے ایک مائع کے اندر ڈال کر اس مائع کی حرارت نوعی دریافت کی جا سکتی ہے۔

فصل (۲۰) مخفی حرارتیں

معمولی آلات سے اگر بھاپ کی مخفی حرارت کی تعیین کرنے کی کوشش کی جائے تو نتیجہ تشفی بخش نہیں برآمد ہوتا۔ جس ترتیب کا اس فصل میں ذکر ہوا ہے تمام معمولی ترتیبوں سے بہتر پائی گئی ہے۔ اس کے مکثفہ کے استعمال سے علاوہ اور فائدوں کے ایک فائدہ یہ بھی ہے کہ اسی سامان سے دوسرے مائعوں کے بخارات (مثلاً الغول اور بنزین کی)

حرارت مخفی دریافت ہوسکتی ہے۔ مکثفہ پیتل کے پتلے پرت
اور نلیوں سے بنانا چاہئے۔

فصل (۲۱) نقطۂ اماعت اور نقطۂ جوش

نقطۂ اماعت کی تعیین کے لئے نفطلین کا انتخاب اِس وجہ
سے ہوا کہ موم اور برافین کا، جو اکثر اِس تجربہ میں استعمال
ہوتے ہیں، کوئی خاص اور واضح نقطہ اماعت نہیں ہوتا۔
نقطہ جوش کے لئے الغول اِس لئے موزوں نہیں کہ وہ
رطوبت (پانی کے بخار) کو جذب کرلیتا ہے اور اُس کا
نقطہ جوش اُس کی جذب کی ہوئی رطوبت کے لحاظ سے
بدلتا رہتا ہے۔

فصل (۲۱ الف) مستقل دباؤ کی حالتمیں گیس کا پھیلاؤ

شعری نلی کا اندرونی قطر ۱ء سم ہے اور اُس کا طول ۲۰ سم
کشادہ نلی کا اندرونی قطر ۷ء سم ہے۔

فصل (۲۱ ب) نقطہ شبنم اور کسری سیری۔

اس مشق کے لئے مصنفین کی رائے میں معمولی ڈانیل کا

رطوبت پیما کافی ہے۔

مترجم نے اپنی تمہید میں بیان کیا ہے کہ الومینم کے کٹورے والے رطوبت پیما سے تجربہ کرنا زیادہ سہل ہے۔ ذرا سی مشق سے بہت صحیح نتائج نکل سکتے ہیں۔

فصل (۲۲) انعکاس نور

آئینے کے شیشے ۵ سم لمبے اور ۱ سم چوڑے کافی ہیں۔ دو سوئیوں کو ۱۴ سم لمبے پیتل کے تار کے سروں سے ٹانکے کے ذریعہ سے جوڑ کر "شست گیر" بنایا جا سکتا ہے۔

فصل (۲۳) انعطاف

شیشے کے مکعب کندے کے کناروں کا طول ۵ء۴ سم ہے۔ ایک کنارے کے متوازی، اُس سے ایک سم فاصلہ پر الماس سے ایک خط کھینچا جاتا ہے۔

[کُندے کے سب کنارے مساوی ہونے کی ضرورت نہیں۔ سطحیں مستطیل ہونا کافی ہے مترجم]

فصل (۲۵) عدسے اور آئینے (۲)

اِس فصل کا محدّب عدسہ معمولی ۳ اِنچ ماسکی فصل کا

مدوّر، محدّب الطرفین عدسہ ہے۔ اور مقعر عدسہ معمولی ۶ انچ فصل کا مدوّر مقعر الطرفین عینک فروشوں کا عدسہ ہے۔ آئینے مدوّر ہیں ان کے محیط کے قطر کا طول ۲ انچ ہے اور فصل ماسکی ۳ یا ۴ انچ۔

فصل (۲۶) عدسے اور آئینے (۳)

عدسہ ۳ انچ ماسکی فصل کا محدّب الطرفین ہے اور آئینہ کی ماسکی فصل ۳ یا ۴ انچ ہے۔

فصل (۲۸) ایک شیشہ کے منشور کا انعطاف نما

"توازی گر" اور مشاہدے کے تختے کے عدسے معمولی ۵ انچ فصل ماسکی کے، مدوّر، محدّب الطرفین ہیں۔ منشور کا طول ۴ سم ہے اور اُس کے قاعدے کے تینوں کناروں کا طول ۲٫۵ سم ہے۔

فصل (۲۹) اور فصل (۳۰) بصارت

ان فصلوں کا مضمون کسیقدر مشکل ہے۔ اکثر مبتدی اس کو چھوڑ دے سکتے ہیں۔ اس کو زیادہ ترطب کے طلباء

کے استفادہ کی غرض سے نصاب میں شریک کیا گیا۔
اگرچہ طریقہ عمل بالکل سادہ ہے اِس سے نتائج عمدہ نکل آتے ہیں خصوصاً نقطہ قریب کی تعیین سے متعلق۔ بہت سے اساتذہ کو غالباً یہ معلوم کرکے تعجب ہوگا کہ بہت سارے طالب علم "کوتاہ نظر" ہوتے ہیں اور اُن کو اپنی بصارت کے اِس سقم کا علم نہیں ہوتا۔ معہذا کئی ایک طالب علم کی بائیں اور سیدھی آنکھوں کی بصارت میں معتدبہ فرق پایا جاتا ہے۔

فصل (۳۱) - صوت پیما -

اس فصل میں اور دوسری فصلوں میں جو مساواتیں دی گئی ہیں، استادوں کو چاہئے اپنے لکچروں میں طلباء کو انکی تفہیم کی جائے۔ صوت پیماؤں پر "سٹینڈرڈ وائر گیج" کا ۲۹ نشان کا پیانو فورٹ والا تار چڑھایا گیا ہے۔ دونوں گھوڑیوں کے مابین ۵۰ سم کا فاصلہ ہے۔

فصل (۳۲) گمک

ایک عمودی شیشے کی نلی پر کاغذ کی نلی پھنا دی جائے یا ایک پیتل کی نلی کے اندر ایک دوسری پیتل کی نلی داخل

کی جائے تو ان سے اچھے "گمکیے" بن سکتے ہیں۔

فصل (۳۴) مقناطیسی قوتیں

مقناطیسی قوّت کے خطوط کا نقشہ کھینچنے کے لئے جو مقناطیس استعمال ہوئے ہیں ان کا طول ۱۰ سم ہے اُن کا عرض ۱،۲ سم ہے اور عمق ۵، سم۔ قطب نما وہی جو بازار میں، گھڑی کی زنجیر میں لٹکانے کے لئے فروخت ہوتی ہے۔

سلاخی مقناطیس کے خطوط قوّت سے مقابلہ کرنے کی غرض سے دو غیر متشابہ قطبوں کے خطوط بڑے پیمانے پر کھینچکر تجربہ خانہ میں آویزاں کئے جانے چاہئیں۔ سرجے۔ جے ٹامسن نے برق پر جو ابتدائی کتاب لکھی ہے اُس کا صفحہ ۶۱ دیکھا جائے یا کلرک مکسول کی اُسی مضمون کی بڑی کتاب کے جلد اول کا صفحہ ۱۷۰ دیکھ کر ان خطوط کے نقول اتار لئے جائیں۔

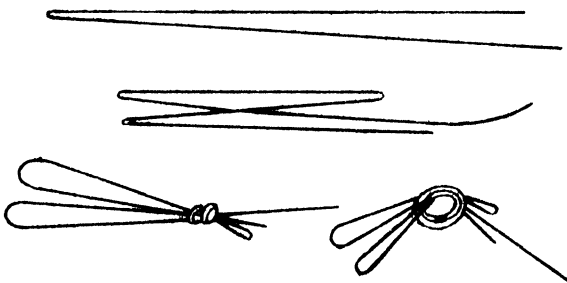
فصل (۳۵) مقناطیسی پیمائش

مقناطیسیت پیما کے مدوّر صندوقچہ کا قطر ۱۳ سم ہے اور جس ریشہ سے "سوئی" لٹکائی جاتی ہے اسکا طول ۱۸ سم ہے۔

تجربہ خانہ کا نقشہ کھینچکر اُس پر اُن مقاموں کو بتانا چاہئے جن پر مشاہدے کئے جائینگے۔ اگر ایک مقام پر افقی مقناطیسی قوت کی سمت اور مقدار معلوم ہو چکی ہو تو مشاہدوں سے دوسرے تمام مقاموں کی نسبت معلومات حاصل ہو سکتے ہیں۔

فصل (۳۶) مقناطیسی میدان

اہتزاز کرنے والا مقناطیس ۶ سم لمبا ہے۔ اس کو لٹکانے کے لئے ابریشم کے اکہیرے ریشہ کے ایک سرے پر ریشہ کو دو بار پورا پورا موڑ کر، ایک دوہرا حلقہ بناؤ۔ اس کے بعد اُس مقام پر جہاں اصلی ریشہ اور اُس کے یہ چار، جزو، ملتے ہیں وہاں ایک گرہ دیدو۔

[مزید صراحت کے لئے ذیل میں چند شکلیں کھینچی گئی ہیں، طالب علم ان کو بغور دیکھیں۔ مترجم]

فصل (۳۷) برقی ٹوں کا عمل

برقی گھنٹی کے لئے لچھوں کی شکل میں جو مجوزہ تار ملتے ہیں اِن تجربوں میں بطور " واصل " تاروں کے بہت موزون ہیں ۔ جس کمپاس کا ذکر ہوا ہے فصل (۳۴) والی کمپاس ہے ۔

فصل (۳۸) والٹا کا خانہ اور مماسی مقناطیسی برقی رو پیما

نمبر (۳) پیمانے کے ' لکلانشے کے خانے ' جن میں کوئلے کی سلاخ ایک متخلخل برتن میں ' ملفوف ' ہوتی ہے ' اور جنکی اندرونی مزاحمت تقریباً ۲ اوم ہوتی ہے ' اس کام کے لئے بہت موزون ہوتے ہیں ۔ مماسی رَو پیما کے تین لچھے ہیں ' ایک میں ۱ ' دوسرے میں ۳ اور تیسرے میں ۱۲ چکّر ہیں لچھون کا قطر ۸ سم ہے اور جس ریشہ کے ذریعہ سے سوئی لٹکائی گئی ہے اُس کا طول ۱۶ سم ہے ۔

[اکثر مماسی رَو پیماؤں کے لچھّوں کے چکّر بالترتیب ۲ ' ۵۰ ' اور ۵۰۰ ہوتے ہیں ۔ سوئی بجائے لٹکانے کے ایک فولادی عمودی محور پر رکھّی جاتی ہے ۔ اگرچہ اس سے آلہ اتنا حسّاس نہیں ہوسکتا جتنا سوئی لٹکانے سے ہوتا ہے

لیکن چونکہ لچھوں میں چکر زیادہ ہوتے ہیں اس لئے سوئی کو منصرف کرنے والی قوت بڑھ جاتی ہے اور آلہ کافی حساس بن جاتا ہے۔ مترجم]

فصل (۳۹) جسر مزاحمت

جسر کا تار ۵۰ سم لمبا ہے۔ [اس کو نصف میٹر والا جسر کہینگے۔ زیادہ صحت مقصود ہو تو ایک میٹر لمبے تار کے جسر سے کام لے سکتے ہیں۔ ایک ہی آلہ سے جسر مزاحمت اور قوہ پیما کا کام لیا جا سکتا ہے۔ یہ زیادہ سستا اور مفید ہوگا۔ اس میں لکڑی کے ایک تختہ پر ایک "یکسان" تار کے چار ٹکڑے، ہر ایک نصف یا سالم میٹر لمبا، متوازی لیٹا کر سروں کے پاس پیتل کی چوڑی پٹیوں سے اس طور پر جوڑ دئے جاتے ہیں کہ چاروں تار کے ٹکڑے ملکر ایک لمبے تار کا کام دیسکتے ہیں۔ اِس میں سے حسبِ ضرورت طول لیا جاسکتا ہے۔ ایسے آلہ کو قوہ پیما اور جسر مزاحمت کا مجموعہ کہتے ہیں۔ مترجم]

فصل (۴۱)۔ برق پاشی

اگر مناسب سمجھا جائے، وہ طالب علم جو طبعیات عملی

کے بالکل بتدی ہیں اِس مشق کو چھوڑ دیں ۔
"ہوفمان" والے کیمیائی برق پیما کی دوسری نلی کا بھی جس میں آکسیجن گیس جمع ہوگی حجم ناپ کر تجربہ کیا جائے ۔

فصل (۴۲) برقانا ۔

اکہیرے سنہری ورق کا برق نما، جس میں ورق کا اوپر والا کِنارہ حلقہ کی شکل میں لپٹا ہوا ہوتا ہے اور اس حلقہ میں سے اُس کو سہارا دینے والا تار گزرتا ہے، سب سے اچھا ہوتا ہے، اس لئے کہ انفراج سے ورق مڑنے نہیں پاتا، صرف تار کے گرد گھومتا ہے ۔

فصل (۴۳) قوۃ اور گنجائش

شکل (۸۱) کے مکثف کی تختیوں کو مجوز 'سنانے کے لئے' بھورے رنگ کی مُہر کرنے کی لاکھ جو "پارسل وکس" کے نام سے مشہور ہے، سب سے بہتر ثابت ہوگی ۔

اچل مقناطیسی برقی رَو پیما، چند چکروں کا تار کا ایک لچھا اور ایک مقناطیس لے کر "برقی مقناطیسی امالہ" کے آسان تجربے کئے جائیں ۔

جدولین

(تقریبی) کثافتین

تانبا	۸٫۹	الغول	٫۷۹
کاگ	٫۲	پارہ	۱۳٫۶
کراون شیشہ	۵٫۲ سے ۷٫۲ تک	پانی	۱٫۰
فلنٹ شیشہ	۳٫۲ سے ۳٫۹ تک	بنزین	٫۸۸
لوہا	۷٫۸	ہوا ۲۰ درجہ مئی تپش اور ۷۶ سم دباؤ پر	٫۰۰۱۲
سیسہ	۱۱٫۴	ہیدروجن 〃 〃 〃	٫۰۰۰۰۸۹

پگھلاؤ (یا اماعت) کے نقطے

برافین	تقریباً ۵۶° مئی	گندہک	۱۱۵° مئی
نفطلین	۸۰° 〃	سیسہ	۳۲۶° 〃
روز کی مِلدہات	۹۵° 〃		

جوش کے نقطے

الغول ۷۸° مئی کاربن ٹٹراکلورائیڈ ۷۷° مئی پانی ۱۰۰° مئی

نوعی حرارتیں (تقریبی)

پیتل	۰٫۰۹۴	الغول	۰٫۵۸
تانبا	۰٫۰۹۲	کاربن ٹٹراکلورائیڈ	۰٫۲
شیشہ	۰٫۱۹	پارہ	۰٫۰۳۳
لوہا	۰٫۱۱۳	پانی	۱٫۰
سیسہ	۰٫۰۳۱		

مخفی حرارتیں

پانی (صفر درجہ مئی تپش کی حاتیں)	۸۰	بھاپ (۱۰۰° مئی)	۵۳۶
الغول کا بخار (۷۸° مئی)	۲۰۹		

انعطاف نمائیں

کراون شیشہ	۱٫۴۸ سے ۱٫۵۵ تک	الغول	۱٫۳۵ سے ۱٫۳۶ تک
فلنٹ "	۱٫۵۳ سے ۱٫۹۶ تک	ہوا	۱٫۰۰۰۳
پانی { سرخ شعاعوں کیلئے	۱٫۳۳۱		
پانی { بنفشی "	۱٫۳۴۳		

ارتعاشی عددیں

اعلیٰ مرئی اشعاع	۷،۶۶ × ۱۰^۱۴ فی ثانیہ
ادنیٰ " "	۳،۹ × ۱۰^۱۴ " "
سوڈیم کی روشنی	۵،۱ × ۱۰^۱۴ " "
اعلیٰ مسموع نغمہ	تقریباً ۴۰،۰۰۰ " "
ادنیٰ " "	" ۳۰ " "
قوالی موسیقتہ کی 'ری' کی سُرتی	۲۸۸ "
" " " 'سا' " "	۲۵۶ "

آواز کی رفتاریں صفر درجہ مئی تپش پر

لوہے میں	۵۰۰،۰۰۰ سم فی ثانیہ	ہوا میں	۳۳،۱۰۰ سم فی ثانیہ
شیشہ "	۵۰۰،۰۰۰ "	ہیڈروجن میں	۱۲۸،۰۰۰ "
پانی "	۱۴۰،۰۰۰ "	کاربونک ایسڈ "	۲۶،۰۰۰ "

زمین کی مقناطیسیت (۱۹۰۶)

برطانیہ میں {
مقناطیسی عدول، گرینچ میں ۱۶° غربی سے لیکر گیلوے میں ۲۳° غربی تک پایا جاتا ہے
" میلان، " ۶۷° " اور کینی میں ۷۲° تک پایا جاتا ہے
" افقی قوت، " ۱۸، سے لیکر اور کینی میں ۱۵، تک پائی جاتی ہے

[حیدرآباد میں عدول مشرق کی جانب اور بہت خفیف ہے - میلان تقریباً ۲۰° لیا جا سکتا ہے اور افقی مقناطیسی قوت تقریباً ۰٫۳۷ ڈائین - مترجم]

سٹینڈرڈ وائر گیج کے قطر اور عمودی تراشین

نمبر	قطر	عمودی تراش	نمبر	قطر	عمودی تراش
۱۸	٫۱۲۲ سم	۰٫۰۱۱۷ مربع سم	۲۷	۰٫۰۴۱۷ سم	۰٫۰۰۱۳۶ مربع سم
۱۹	۰٫۱۰۲ 〃	۰٫۰۰۸۱۱ 〃	۲۸	۰٫۰۳۷۶ 〃	۰٫۰۰۱۱۱ 〃
۲۰	۰٫۰۹۱۴ 〃	۰٫۰۰۶۵۷ 〃	۲۹	۰٫۰۳۴۵ 〃	۰٫۰۰۰۹۳۷ 〃
۲۱	۰٫۰۸۱۳ 〃	۰٫۰۰۵۱۹ 〃	۳۰	۰٫۰۳۱۵ 〃	۰٫۰۰۰۷۷۹ 〃
۲۲	۰٫۰۷۱۱ 〃	۰٫۰۰۳۹۷ 〃	۳۱	۰٫۰۲۹۵ 〃	۰٫۰۰۰۶۸۲ 〃
۲۳	۰٫۰۶۱۰ 〃	۰٫۰۰۲۹۲ 〃	۳۲	۰٫۰۲۷۴ 〃	۰٫۰۰۰۵۹۱ 〃
۲۴	۰٫۰۵۵۹ 〃	۰٫۰۰۲۴۵ 〃	۳۳	۰٫۰۲۵۴ 〃	۰٫۰۰۰۵۰۷ 〃
۲۵	۰٫۰۵۰۸ 〃	۰٫۰۰۲۰۳ 〃	۳۴	۰٫۰۲۳۴ 〃	۰٫۰۰۰۴۲۹ 〃
۲۶	۰٫۰۴۵۷ 〃	۰٫۰۰۱۶۴ 〃	۳۵	۰٫۰۲۱۳ 〃	۰٫۰۰۰۳۵۸ 〃

برقی مزاحمتیں (اوموں میں فی سم مکعب)

تانبا	۱٫۶ × ۱۰	الیسڈر (مختلف اقسام کے)	تقریباً ۵
لوہا	۹٫۶ × ۱۰	نمکین محلول (〃)	〃 ۲۰
بلاطینائیڈ	تقریباً ۴۰ × ۱۰		

برق گزاروں کے مستقلوں کی قیمتیں

ہوا ۱ شیشہ ۳ سے ۸ تک براقین تقریباً ۲

آبی بخار کے بیشترین (یعنے سیری کے) دباؤ کی جدول مختلف تپشوں پر

تپش (درجہ مئی)	دباؤ پارے کے سنتی میٹروں میں	تپش (درجہ مئی)	دباؤ پارے کے سنتی میٹروں میں	تپش (درجہ مئی)	دباؤ پارے کے سنتی میٹروں میں
۰°	،۴۶	۱۳°	۱،۱۲	۲۶°	۲،۵۱
۱°	،۴۹	۱۴°	۱،۲۰	۲۷°	۲،۶۷
۲°	،۵۳	۱۵°	۱،۲۸	۲۸°	۲،۸۳
۳°	،۵۷	۱۶°	۱،۳۶	۲۹°	۲،۹۹
۴°	،۶۱	۱۷°	۱،۴۵	۳۰°	۳،۱۷
۵°	،۶۵	۱۸°	۱،۵۵	۳۱°	۳،۳۶
۶°	،۷۰	۱۹°	۱،۶۵	۳۲°	۳،۵۵
۷°	،۷۵	۲۰°	۱،۷۵	۳۳°	۳،۷۶
۸°	،۸۰	۲۱°	۱،۸۶	۳۴°	۳،۹۸
۹°	،۸۶	۲۲°	۱،۹۸	۳۵°	۴،۲۰
۱۰°	،۹۲	۲۳°	۲،۱۰	۳۶°	۴،۴۴
۱۱°	،۹۸	۲۴°	۲،۲۳	۳۷°	۴،۶۹
۱۲°	۱،۰۵	۲۵°	۲،۳۷	۳۸°	۴،۹۵

جدول

ع سے مُراد عدد ہے

ع	ع^2	$\sqrt{\text{ع}}$	$\frac{1}{\text{ع}}$
۱	۱	۱٫۰۰	۱٫۰۰
۲	۴	۱٫۴۱	٫۵۰
۳	۹	۱٫۷۳	٫۳۳۳
۴	۱۶	۲٫۰۰	٫۲۵۰
۵	۲۵	۲٫۲۴	٫۲۰۰
۶	۳۶	۲٫۴۵	٫۱۶۷
۷	۴۹	۲٫۶۵	٫۱۴۳
۸	۶۴	۲٫۸۳	٫۱۲۵
۹	۸۱	۳٫۰۰	٫۱۱۱
۱۰	۱۰۰	۳٫۱۶	٫۱۰۰
۱۱	۱۲۱	۳٫۳۲	٫۰۹۰۹
۱۲	۱۴۴	۳٫۴۶	٫۰۸۳۳
۱۳	۱۶۹	۳٫۶۱	٫۰۷۶۹
۱۴	۱۹۶	۳٫۷۴	٫۰۷۱۴

ع	ع²	√ع	1/ع
۱۵	۲۲۵	۳٫۸۷	٫۰۶۶۷
۱۶	۲۵۶	۴٫۰۰	٫۰۶۲۵
۱۷	۲۸۹	۴٫۱۲	٫۰۵۸۸
۱۸	۳۲۴	۴٫۲۴	٫۰۵۵۶
۱۹	۳۶۱	۴٫۳۶	٫۰۵۲۶
۲۰	۴۰۰	۴٫۴۷	٫۰۵۰۰
۲۱	۴۴۱	۴٫۵۸	٫۰۴۷۶
۲۲	۴۸۴	۴٫۶۹	٫۰۴۵۵
۲۳	۵۲۹	۴٫۸۰	٫۰۴۳۵
۲۴	۵۷۶	۴٫۹۰	٫۰۴۱۷
۲۵	۶۲۵	۵٫۰۰	٫۰۴۰۰
۲۶	۶۷۶	۵٫۱۰	٫۰۳۸۵
۲۷	۷۲۹	۵٫۲۰	٫۰۳۷۰
۲۸	۷۸۴	۵٫۲۹	٫۰۳۵۷
۲۹	۸۴۱	۵٫۳۹	٫۰۳۴۵
۳۰	۹۰۰	۵٫۴۸	٫۰۳۳۳
۳۱	۹۶۱	۵٫۵۷	٫۰۳۲۳
۳۲	۱۰۲۴	۵٫۶۶	٫۰۳۱۳
۳۳	۱۰۸۹	۵٫۷۴	٫۰۳۰۳
۳۴	۱۱۵۶	۵٫۸۳	٫۰۲۹۴
۳۵	۱۲۲۵	۵٫۹۲	٫۰۲۸۶

ع	ع۲	√ع	۱/ع
۳۶	۱۲۹۶	۶٫۰۰۰	٫۰۲۷۸
۳۷	۱۳۶۹	۶٫۰۸	٫۰۲۷۰
۳۸	۱۴۴۴	۶٫۱۶	٫۰۲۶۳
۳۹	۱۵۲۱	۶٫۲۴	٫۰۲۵۶
۴۰	۱۶۰۰	۶٫۳۲	٫۰۲۵۰
۴۱	۱۶۸۱	۶٫۴۰	٫۰۲۴۴
۴۲	۱۷۶۴	۶٫۴۸	٫۰۲۳۸
۴۳	۱۸۴۹	۶٫۵۶	٫۰۲۳۳
۴۴	۱۹۳۶	۶٫۶۳	٫۰۲۲۷
۴۵	۲۰۲۵	۶٫۷۱	٫۰۲۲۲
۴۶	۲۱۱۶	۶٫۷۸	٫۰۲۱۷
۴۷	۲۲۰۹	۶٫۸۶	٫۰۲۱۳
۴۸	۲۳۰۴	۶٫۹۳	٫۰۲۰۸
۴۹	۲۴۰۱	۷٫۰۰	٫۰۲۰۴
۵۰	۲۵۰۰	۷٫۰۷	٫۰۲۰۰
۵۱	۲۶۰۱	۷٫۱۴	٫۰۱۹۶۱
۵۲	۲۷۰۴	۷٫۲۱	٫۰۱۹۲۳
۵۳	۲۸۰۹	۷٫۲۸	٫۰۱۸۸۷
۵۴	۲۹۱۶	۷٫۳۵	٫۰۱۸۵۲
۵۵	۳۰۲۵	۷٫۴۲	٫۰۱۸۱۸
۵۶	۳۱۳۶	۷٫۴۸	٫۰۱۷۸۶
۵۷	۳۲۴۹	۷٫۵۵	٫۰۱۷۵۴
۵۸	۳۳۶۴	۷٫۶۲	٫۰۱۷۲۴

ع	ع²	√ع	1/ع
۵۹	۳۴۸۱	۷٫۶۸	٫۰۱۶۹۵
۶۰	۳۶۰۰	۷٫۷۵	٫۰۱۶۶۷
۶۱	۳۷۲۱	۷٫۸۱	٫۰۱۶۳۹
۶۲	۳۸۴۴	۷٫۸۷	٫۰۱۶۱۳
۶۳	۳۹۶۹	۷٫۹۴	٫۰۱۵۸۷
۶۴	۴۰۹۶	۸٫۰۰	٫۰۱۵۶۲
۶۵	۴۲۲۵	۸٫۰۶	٫۰۱۵۳۸
۶۶	۴۳۵۶	۸٫۱۲	٫۰۱۵۱۵
۶۷	۴۴۸۹	۸٫۱۹	٫۰۱۴۹۳
۶۸	۴۶۲۴	۸٫۲۵	٫۰۱۴۷۱
۶۹	۴۷۶۱	۸٫۳۱	٫۰۱۴۴۹
۷۰	۴۹۰	۸٫۳۷	٫۰۱۴۲۹
۷۱	۵۰۴۱	۸٫۴۳	٫۰۱۴۰۸
۷۲	۵۱۸۴	۸٫۴۹	٫۰۱۳۸۹
۷۳	۵۳۲۹	۸٫۵۴	٫۰۱۳۷۰
۷۴	۵۴۷۶	۸٫۶۰	٫۰۱۳۵۱
۷۵	۵۶۲۵	۸٫۶۶	٫۰۱۳۳۳
۷۶	۵۷۷۶	۸٫۷۲	٫۰۱۳۱۶
۷۷	۵۹۲۹	۸٫۷۷	٫۰۱۲۹۹
۷۸	۶۰۸۴	۸٫۸۳	٫۰۱۲۸۲
۷۹	۶۲۴۱	۸٫۸۹	٫۰۱۲۶۶

ع	$ع^2$	$\sqrt{ع}$	$\frac{1}{ع}$
۸۰	۶۴۰۰	۸٫۹۴	٫۰۱۲۵۰
۸۱	۶۵۶۱	۹٫۰۰	٫۰۱۲۳۵
۸۲	۶۷۲۴	۹٫۰۶	٫۰۱۲۲۰
۸۳	۶۸۸۹	۹٫۱۱	٫۰۱۲۰۵
۸۴	۷۰۵۶	۹٫۱۷	٫۰۱۱۹۰
۸۵	۷۲۲۵	۹٫۲۲	٫۰۱۱۷۶
۸۶	۷۳۹۶	۹٫۲۷	٫۰۱۱۶۳
۸۷	۷۵۶۹	۹٫۳۳	٫۰۱۱۴۹
۸۸	۷۷۴۴	۹٫۳۸	٫۰۱۱۳۶
۸۹	۷۹۲۱	۹٫۴۳	٫۰۱۱۲۴
۹۰	۸۱۰۰	۹٫۴۹	٫۰۱۱۱۱
۹۱	۸۲۸۱	۹٫۵۴	٫۰۱۰۹۹
۹۲	۸۴۶۴	۹٫۵۹	٫۰۱۰۸۷
۹۳	۸۶۴۹	۹٫۶۴	٫۰۱۰۷۵
۹۴	۸۸۳۶	۹٫۷۰	٫۰۱۰۶۴
۹۵	۹۰۲۵	۹٫۷۵	٫۰۱۰۵۳
۹۶	۹۲۱۶	۹٫۸۰	٫۰۱۰۴۲
۹۷	۹۴۰۹	۹٫۸۵	٫۰۱۰۳۱
۹۸	۹۶۰۴	۹٫۹۰	٫۰۱۰۲۰
۹۹	۹۸۰۱	۹٫۹۵	٫۰۱۰۱۰
۱۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰٫۰۰	٫۰۱۰۰۰

جدول

$\pi = ۳٫۱۴۱۶$ $\pi^2 = ۹٫۸۷۰$

زاویہ	جیب	مماس
°۱	۰٫۰۱۷	۰٫۰۱۷
۲	٫۰۳۵	٫۰۳۵
۳	٫۰۵۲	٫۰۵۲
۴	٫۰۷۰	٫۰۷۰
۵	٫۰۸۷	٫۰۸۷
۶	٫۱۰۵	٫۱۰۵
۷	٫۱۲۲	٫۱۲۳
۸	٫۱۳۹	٫۱۴۱
۹	٫۱۵۶	٫۱۵۸
۱۰	٫۱۷۴	٫۱۷۶
۱۱	٫۱۹۱	٫۱۹۴
۱۲	٫۲۰۸	٫۲۱۳
۱۳	٫۲۲۵	٫۲۳۱
۱۴	٫۲۴۲	٫۲۴۹

زاویہ	جیب	مماس
°۱۵	۰٫۲۵۹	۰٫۲۶۸
۱۶	٫۲۷۶	٫۲۸۷
۱۷	٫۲۹۲	٫۳۰۶
۱۸	٫۳۰۹	٫۳۲۵
۱۹	٫۳۲۶	٫۳۴۴
۲۰	٫۳۴۲	٫۳۶۴
۲۱	٫۳۵۸	٫۳۸۴
۲۲	٫۳۷۵	٫۴۰۴
۲۳	٫۳۹۱	٫۴۲۴
۲۴	۰٫۴۰۷	٫۴۴۵
۲۵	٫۴۲۳	٫۴۶۶
۲۶	٫۴۳۸	٫۴۸۸
۲۷	٫۴۵۴	٫۵۱۰
۲۸	٫۴۷۰	٫۵۳۲

زاویہ	جیب	مماس
°۲۹	٫۴۸۵	٫۵۵۴
۳۰	٫۵۰۰	٫۵۷۷
۳۱	٫۵۱۵	٫۶۰۱
۳۲	٫۵۳۰	٫۶۲۵
۳۳	٫۵۴۵	٫۶۴۹
۳۴	٫۵۵۹	٫۶۷۵
۳۵	٫۵۷۴	٫۷۰۰
۳۶	٫۵۸۸	٫۷۲۷
۳۷	٫۶۰۲	٫۷۵۴
۳۸	٫۶۱۶	٫۷۸۱
۳۹	٫۶۲۹	٫۸۱۰
۴۰	٫۶۴۳	٫۸۳۹
۴۱	٫۶۵۶	٫۸۶۹
۴۲	٫۶۶۹	٫۹۰۰
۴۳	٫۶۸۲	٫۹۳۳
۴۴	٫۶۹۵	٫۹۶۶
۴۵	٫۷۰۷	۱٫۰۰۰
۴۶	۰٫۷۱۹	۱٫۰۳۶
۴۷	٫۷۳۱	۱٫۰۷۲
۴۸	٫۷۴۳	۱٫۱۱۱
۴۹	٫۷۵۵	۱٫۱۵۰
۵۰	٫۷۶۶	۱٫۱۹۲
۵۱	٫۷۷۷	۱٫۲۳۵
۵۲	٫۷۸۸	۱٫۲۸۰
۵۳	٫۷۹۹	۱٫۳۲۷
۵۴	٫۸۰۹	۱٫۳۷۶
۵۵	٫۸۱۹	۱٫۴۲۸
۵۶	٫۸۲۹	۱٫۴۸۳
۵۷	٫۸۳۹	۱٫۵۴۰
۵۸	٫۸۴۸	۱٫۶۰۰
۵۹	٫۸۵۷	۱٫۶۶۴

زاویہ	جیب	مماس
°۶۰	٫۸۶۶	۱٫۷۳۲
۶۱	٫۸۷۵	۱٫۸۰۴
۶۲	٫۸۸۳	۱٫۸۸۱
۶۳	٫۸۹۱	۱٫۹۶۳
۶۴	٫۸۹۹	۲٫۰۵۰
۶۵	٫۹۰۶	۲٫۱۴۵
۶۶	٫۹۱۴	۲٫۲۴۶
۶۷	٫۹۲۱	۲٫۳۵۶
۶۸	٫۹۲۷	۲٫۴۷۵
°۶۹	۰٫۹۳۴	۲٫۶۰۵
۷۰	٫۹۴۰	۲٫۷۴۷
۷۱	٫۹۴۶	۲٫۹۰۴
۷۲	٫۹۵۱	۳٫۰۷۸
۷۳	٫۹۵۶	۳٫۲۷۱
۷۴	٫۹۶۱	۳٫۴۸۷
۷۵	٫۹۶۶	۳٫۷۳۲
۷۶	٫۹۷۰	۴٫۰۱۱
۷۷	٫۹۷۴	۴٫۳۳۱
۷۸	٫۹۷۸	۴٫۷۰۵
۷۹	٫۹۸۲	۵٫۱۴۵
۸۰	٫۹۸۵	۵٫۶۷۱
۸۱	٫۹۸۸	۶٫۳۱۴
۸۲	٫۹۹۰	۷٫۱۱۵
۸۳	٫۹۹۳	۸٫۱۴۴
۸۴	٫۹۹۵	۹٫۵۱۴
۸۵	٫۹۹۶	۱۱٫۴۳
۸۶	٫۹۹۸	۱۴٫۳
۸۷	٫۹۹۹	۱۹٫۱
۸۸	٫۹۹۹	۲۸٫۶
۸۹	۱٫۰۰۰	۵۷٫۳
۹۰	۱٫۰۰۰	∞

فہرست اصطلاحات وغیرہ جو طبیعیات عملی (جلد سوم) میں استعمال ہوئیں

A

Accumulator	ذخیرہ خانہ
Alloy	مِلدہات
Ammonium chloride	نوشادرہ
Ampere	امپیر
Amplitude	حیطہ
Annealed	کمایا ہوا
Anode	زیر برقیرہ
Antinode	ضد عقدہ
Arc	قوس
Astatic	اچل
Attraction	جذب
Audible	ممکن السّماعت

B

Bar magnet	سلاخی مقناطیس

Battery	مورچہ
Beam compass	ڈنڈی کمپاس
Beat	ضرب
Benzene	بنزین
Binding screw	بند پیچ
Boxwood	بکسی لکڑی
(to) Break contact	جوڑ توڑنا ۔ قطع کرنا
Bridge	گھوڑی ۔ جسر

C

Capacity	گنجائش
Carbon	کوئلا
Carbon-tetra-chloride	کاربن ٹٹرا کلورائڈ
Cathode	زیر برقیرہ
Cell	خانہ
C fork	سا کا دوشاخہ
Charge (noun)	بار
Charge (verb)	بار کرنا ۔ بھرنا
Chemical action	کیمیائی عمل
Circuit	حلقہ

Coercivity	قسر
Coil	لچھا
Combination	مجموعہ
Commutator	منقلب
Compass needle	کمپاس سوئی
Condenser	مکثّف
Conductance	ایصالیت
Conduction	ایصال
Conductor	موصل
Connector	واصل
Constant	مستقل
Constituents	اجزاء ترکیبی
Cork screw	کاگ پیچ
Cross-section	تراشِ عمودی
Current	رَو
Current strength	رَو کی مقدار

D

Damp	قصر کرنا
Daniel	ڈانیل

Declination	عدول
Decomposition	تحلیل
Deflection	انصراف
D fork	ری کا دوشاخہ
Dial	چہرہ
Diamagnetic	کم مقناطیسی
Di-electric	برق گزار
Dielectric constant	مستقل برق گزار
Dilute	آب آمیز
Dip (or inclination)	میلان
Discharge (noun)	خروج
Discharge (verb)	تخرّج ۔ خارج کرنا
Diverge	کھُلنا
Divergence	انفراج

E

Ebonite	آبنوس
Elastic band	لچکدار بند
Electrification	برقانا
Electro-chemical equivalent	برقی کیمیائی معادل

Electrode	برقیرہ
Electrolysis	برق پاشی
Electrolyte	برق پاشیدہ
Electro-magnetic	برقی مقناطیسی
Electro-phorus	برق بردار
Electroscope	برق نما
Electro-statics	برقی سکونیات
Electromotive force (E M F)	محرکہ برق (م-ب)
End	سرا

F

Foraday	فاراڈے
Ferro-magnetic	لو مقناطیسی
Fibre	ریشہ
Field	میدان
Flannel	فلالین
(tuning) Fork	سُر کا دو شاخہ
Frequency	تعدّد ارتعاش
Fundamental	اساسی-بنیادی

G

Galvanometer	مقناطیسی برقی رَوپیما
Gap	درز
Generator	مُکوِّن
Groove	نالی

H

Handle	دستہ
Highest visible radiation	اعلیٰ مرئی اشعاع
Hofmann	ہوفمان
Horizontal	اُفقی

I

In circuit	اندرون حلقہ
Induction	امالہ
In parallel	ہمتوازی
In series	ہم سلسلہ
Insulated	مجوز

Insulating stand	حاجز ٹیکن
Insulation	تحجز
Intensity of magnetisation	مقناو کی شدت
In unison	ہم سُر
Iron filings	لوہچوں
Isolated	مُجرّد

J

Jar	مرتبان

K

Key	کُنجی
Knob	لٹّو

L

Laboratory	تجربہ خانہ
Laboratory fittings	لوازمات تجربہ خانہ
Leaves collapse	اوراق مل جاتے ہیں

Leaves diverge	اوراق کھل جاتے ہیں
Leclanche	لکلانشے
Levelling screws	ہمواری پیچ
Like end	مشابہ سرا
Lines of force	خطوط قوت
Longitudinal (wave-motion)	طولی موجی حرکت
Loop	حلقہ
Lowest visible radiation	ادنیٰ مرئی اشعاع

M

Magnetic	مقناطیسی
Magnetic meridian	〃 نصف النہار
〃 moment	〃 معیار اثر
〃 survey	〃 پیمائش
Magnetisation	مقنانا ۔ مقناؤ
Magnetism	مقناطیسیت
Magnetometer	مقناطیسیت پیما ۔ مقنیت پیما ۔
Magnetoscope	〃 نما 〃 نما
Make contact	جوڑ ملانا
Manganin	منگانن

Multiple circuits	مضاعف حلقے

N

Negative	منفی
Neutralise	بے تاثیر کرنا
Node	عقدہ
North end	شمال نما سرا
Note	سُر
Number (of turns)	(چکروں کی) تعداد

O

Ohm	اوم
Out of circuit	حلقے کے باہر
Oscillation	اہتزاز

P

Paraffin	پرافین
Paraffined paper	پرافینی کاغذ

Para-magnetic	پُرمقناطیسی
Permeability	نفوذ پذیری
Pianoforte	پیانو
Plan	نقشہ
Plate	تختی
Platinum	پلاطینم
Plug-key	ڈاٹ کنجی
Pointer	نمائندہ
Point of contact	نقطۂ تماس
Point of suspension	نقطۂ تعلیق
Polarisation	تقطیب ۔ مقطب ہونا یا کرنا ۔ قطبانا
Polarised	قطبایا ہوا
Polarity	قطبیت
Poles	قطبیں
Pole-strength	قطب کی مقدار
Porous	متخلخل
Potential	قوّہ
Potential difference (P. D.)	تفاوت قوّہ (ف ۔ ق)
Potentiometer	قوّہ پیما
Prong	شاخ

Q

ندارد

R

Relative magnitudes	اضافی مقادیر
Resistance	مزاحمت
Resistance (box)	مزاحمت کا صندوق
,, (bridge)	جسر مزاحمت
,, (coil)	مزاحمت کا لچھا
,, (external)	بیرونی مزاحمت
,, (internal)	اندرونی ،،
Resistivity (or specific resistance)	مزاحمیت
Resonance	گمک
Resonator	گمکیا
Resutant force	حاصل قوت
Retentivity	ضبط۔ اساک
Rider	راکب ۔سوار
Right-handed (screw)	دہتا (پیچ)
Rigid	استوار

Rule	قاعدہ

S

Saturated solution	سیر محلول
Sensitive	حسّاس
Shellac	لاکھ
Simple harmonic	سادہ موسیقی
Sliding contact	پھسلواں تماس
Sodium	سوڈیم
Soft iron	نرم لوہا
Solenoid	بیم پیچوان
Sonometer	صوت پیما - آواز پیما
Sound	آواز
South end	جنوب نما سرا
Spring balance	کمانی دار ترازو
Standard	معیار
Storage cell	ذخیرہ خانہ
Stroking	پھیرنا
Susceptible	اثر پذیر
Susceptibility	تاثیر

T

Tangent	مماس
Tangent galvanometer	مماسی مقناطیسی برقی روپیما
Tension	تناؤ
Terminal	سِرا
Tone	سُرتی
Transverse	عرضی
Tuning fork	سُر کا دو شاخہ
Turn	چکّر

U

Unelectrified	نہ برقایا ہوا
Unifom	یکساں
Unipolar	یکقطبی
Unison	ہم سُر ہونا ۔ ہم آہنگی
Unit	اکائی
Unlike end	غیر مشابہ سِرا

V

Vibration	ارتعاش
Vibration numbers	ارتعاشی اعداد

Vertical	عمودی۔راسی ۔ انتصابی
Volt	اولٹ
Voltameter	کمیائی برقی رَوپیما

W

Wave-length	طولِ موج
Water voltameter	پانی کا کمیائی برقی رَوبیما
Wire-gauge	تاربیما

X

ندارد

Y

ندارد

Z

Zero division	نشان صفر

اغلاط نامہ

اغلاط نامہ طبیعیات عملی (جلد سوم) برائے انٹرمیڈیٹ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
سرورق	۴	باربن	بارین
۴	۱۹	حرلت	حرکت
۱۴	۵	تعیسن	تعیین
؍؍	۱۸	اوانہ	آواز
۱۶	۱	تھاسے	تھامے
۱۹	۸	اُس سے اُس ہیں	اِس سے اُس میں
۲۱	۴	سُرخ حرارت،	' سرخ حرارت '
۲۵	۱۰	متعق لوہے کا	متعلق' لوہے کا
؍؍	۱۳	میں' جو جو	میں' اُسنے جو جو
؍؍	۱۵	ساتھ ، لکھے	ساتھ' لکھے
۲۶	۷	پر قوتیں	پر بعض قوتیں

پڑھا جائے	بجائے	سطر	صفحہ
دہے	ہے	۸	۲۶
بسیط،	بُسیط،	۹	۲۷
دحصہ،	وحصہ،	۱۰	″
عمودی (یا انتصابی) مستوی	عمودی مستوی	۳	۲۸
دیئے ہوئے	دی ہوئی	۱۰	۲۹
حاصلِ	حاصل	۴	۳۳
خطوطِ	خطوط	۲	۳۵
میں، دباؤ	میں دباؤ	۸	″
کے مقناطیسی میدانِ قوت کے افقی جزو	کی افقی مقناطیسی قوّت	۴	۳۷
میدانوں	قوتوں	۸	″
(راسی یا انتصابی)	(راسی)	۱۰	″
کے مقناطیسی میدانِ قوت کا	کی مقناطیسی قوت کا	۱۷	″
قوتوں کے میدانوں کے	قوتوں کے	۱۹	″
مائل	مائیل	۴	۳۹
مقناطیسی میدانِ قوت	مقناطیسی قوت	۳	۴۰
تجربۂ اہتزاز	تجربہ۔ اہتزاز	۱۰	۴۱
تجربۂ انصراف	تجربہ انصراف	۷	۴۴
اُس کا دوسرا	اُس د دسرا	۳	۴۶
نقطۂ	نقطہ	۸	″

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۴۶	۱۲	زاڈیوں	زاویوں
۴۷	۶	تجربہ اہتنزاز	تجربۂ اہتنزاز
۵۲	۶	مایع	مائع
۵۴	۱	(راسی)	(راسی یا انتصابی)
۵۵	۱۱	قوت مختلف	قوت کا میدان مختلف
〃	۱۹	کرتی ہے	کرتی ہے۔
۵۶	۸	حصۂ	حصّہ
۵۷	۲۰	ہوں	ہو
۶۱	۳	ر	مر
۶۳	۲	"صفر کے نشان کہو"۔	"صفر کے نشان" کہو۔
〃	۶	"۱۲ ۵م"	"۲ اوم"
〃	۱۰	'واصلون'	'واصلون'
۶۴	آخری سطر	صفحہ ۱ پر	صفحہ (۱۴۳ اور ۱۴۴) پر
۶۹	۹	سکوّن	سکوّن
۷۳	۲	بتائیگا جہاں	بتائیگا، جہاں
〃	۴	$ر = \frac{ر_۱ ر_۲}{ر_۱ + ر_۲}$	$ز = \frac{ز_۱ ز_۲}{ز_۱ + ز_۲}$
۷۴	۴	رو کچھ	رو، کچھ
۷۵	۱۲	مساوتوں	مساواتوں

صفحہ	سطر	بجاے	پڑھا جاے
۷۶	۱۸	بیچ	بیچ
۷۲	۶	واصل	"واصل"
۸۸	۶	ھُم ۔ ب'	"ھم ۔ ب"
۹۵	۱۰	منخانب	منجانب
"	۱۶	سارے	ساری
۱۰۱	۷	شُدت	شدت
۱۰۵	۱۵	بنتے	بنتی
۱۰۹	۸	ہو تو برق نما	ہو تو، برق نما
"	۹	چھوکر تھوڑا سا	چھوکر، تھوڑا سا
"	۱۴	گھٹتے آتا ہے	گھٹتے آتا ہے
۱۱۷	۵	یا (کاغذ ...	(یا کاغذ ...
"	۱۲	مشق ہے معلم کو	مشق ہے۔ معلم کو
۱۱۹	آخری سطر	ملجانے	ملجانے
۱۲۲	۱۲	پھر	پھ
۱۲۳	۷	کرنے	کرتے
۱۳۲	۱۱	نبانے	بنانے
۱۱۳	۸	ہیدروجن	ہیڈروجن